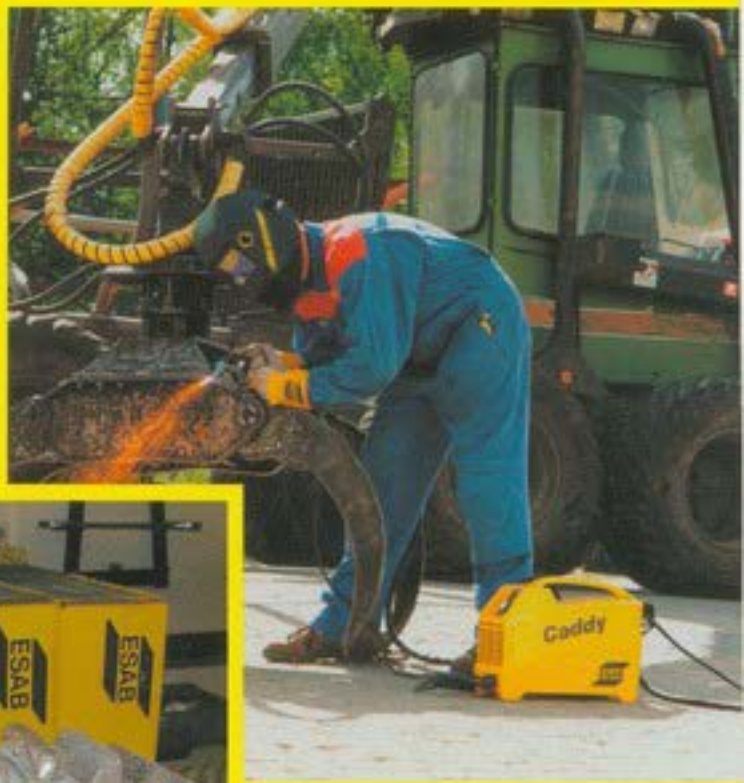
# Manual de Sudare
# Reparaţii şi Recondiţionări



Eye-Tech

TÜV Rheinland/
Berlin-Brandenburg

TÜV

# *BESCHEINIGUNG*

über die wiederholende Überprüfung der Herstellung von
Schweißzusätzen

Die Firma

## *ESAB AB Göteborg / Schweden*

hat für die

***Werke Göteborg und Perstorp***

nachgewiesen, daß sie die Bedingungen der KTA 1408.2,
Abschnitt 4 weiterhin erfüllt.

Eine Überprüfung der werksinternen Aufzeichnungen und der Qualitätssicherung
des Herstellers wurde vom Sachverständigen der
TÜV Anlagentechnik GmbH, Köln durchgeführt.

Die Voraussetzung für die Auflistung als Hersteller nach KTA 1408.2 im
VdTÜV-Kennblatt 1000 ist somit auch weiterhin gegeben.

Die Bescheinigung ist bis zur nächsten wiederholenden Überprüfung, die nach
KTA 1408.2 in zweijährigen Abständen durchgeführt wird, gültig.

Köln, Mai 2001

Geschäftsfeld Werkstoffe und Verarbeitung

Der Leiter

Dipl.-Ing. Steinborn

# GHID

## PENTRU ALEGEREA ŞI UTILIZAREA MATERIALELOR DE ADAOS PENTRU REPARAŢII ŞI ÎNTREŢINERE

ESAB

ESAB


**SUDOMET GROUP**

Str. Fagului nr.1, Oradea, Bihor, ROMANIA , 410310
Telefon : 0259-457.623 ; 0359-806.401 ; 0359-806.400
Fax : 0259-457.623 ; 0359-806.401
Mobil : 0728-015.290 ; 0788-199.018
E-mail : head.office@sudomet.ro ; sudomet@rdsor.ro
Web : http : //www.sudomet.ro



*Datele din prezentul catalog au un caracter informativ. Firma ESAB îşi rezervă dreptul de a efectua unele adaptări tehnice ale produselor prezentate.*

# Cuprins


- **Cuprins** ..... 7
- **Prefaţă** ..... 9
- **Listă de abrevieri** ..... 10
- **Craiţuire - tăiere - perforare** ..... 11
- **Preîncălzire şi temperatură între straturi** ..... 12
- **Influenţa asupra diluţiei** ..... 14
- **Utilizarea straturilor tampon şi a straturilor pentru refacerea formei pieselor** ..... 16
- **Sudare** ..... 19
  - Sudarea fontei ..... 19
  - Sudarea oţelurilor greu sudabile ..... 23
  - Sudarea materialelor eterogene ..... 28
  - Sudarea oţelurilor manganoase ..... 32
  - Sudarea oţelurilor de scule şi a oţelurilor pentru utilizare la temperaturi înalte ..... 36
- **Încărcare prin sudare** ..... 40
  - FACTORI DE UZURĂ ..... 40
  - Material de bază ..... 43
  - Procedee de sudare ..... 43
  - Tipuri de materiale pentru încărcare prin sudare ..... 45
  - Clasificarea materialelor de adaos pentru încărcare prin sudare conform DIN 8555 T1(1983) ..... 46
  - Materiale de adaos pentru încărcare dură ..... 47
  - Produse ESAB ..... 47
  - Instrucţiunile rapide pentru alegerea materialelor de adaos ..... 48
  - Agricultură - discurile grapei cu discuri ..... 52
  - Agricultură - brăzdare ale plugurilor ..... 53
  - Piese turnate din aluminiu - reparaţii ..... 54
  - Palete pentru mixere de asfalt ..... 55
  - Palete şi cuţite pentru mixere şi prese pentru fabricarea cărămizilor şi a cimentului ..... 56
  - Piese turnate din oţel ..... 57
  - - repararea fisurilor, găuri sau alte defecte ..... 57
  - Unelte de tăiere şi forfecare ..... 58
  - cuţite pentru forfecare la rece ..... 58
  - Matriţe de tăiere, de extrudare, perforatoare de tablă, etc. ..... 60
  - Conurile concasoarelor ..... 60
  - Roţi de macara ..... 61
  - Concasoare (ciocane) ..... 62
  - Lame pentru dragline, racloare şi buldozere, utilaje pentru tasare ..... 63
  - Cupele de dragă (draglină) ..... 65
  - Sape de foraj ..... 66
  - Blocuri-motoare din fontă ..... 67
  - Melci de maşini de extrudat pentru mase plastice şi cauciuc ..... 68
  - Melci transportori (şnecuri) pentru prese de cărămidărie ..... 69
  - Craiţuire - tăiere - perforare ..... 70
  - Scule pentru lucru la cald - cleşti ..... 71
  - Fontă cenuşie - defecte de turnare ..... 72
  - Ciocane pentru sfărâmare şi măcinare ..... 73
  - Role suport ale benzilor rulante ..... 74

# Cuprins


Batiuri, carcase, tălpi de motoare din fontă cenuşie - repararea fisurilor ..... 75
Scule din oţeluri slab aliate, ştanţe pentru metal ..... 76
Freze pentru oţel şi alte metale ..... 77
Malaxoare - Industria alimentară ..... 78
Sfredele, foreze, sape ..... 79
Şine de cale ferată - sudarea şinelor ..... 80
Cale ferată - repararea şinelor prin încărcare cu sudură ..... 81
Dinţi pentru pluguri (tractoare, buldozere, etc) ..... 82
Concasoare cu valţuri, reparare valţuri ..... 83
Lame pentru cupe de excavator, brăzdarele screperelor ..... 84
Arbori ..... 85
Dinţi - Tip de uzură: impact ..... 86
Dinţii - Tip de uzură: abraziune - eroziune (nisip) ..... 87
Dinţi - înlocuirea vârfurilor ..... 88
Suporturi de dinţi ..... 89
Şenile ..... 90
Role de şenilă ..... 91
Scaune de supape sau ventile, sertare pentru vane, etc. ..... 92
Role şi lagăre de la cuptoarelor rotative ..... 93
Straturile dure depuse cu fluxuri de aliere ..... 94
Turbine hidraulice ..... 95
Roţi de defibrare ..... 96
Cilindrii pentru turnare continuă ..... 97
Reparaţii ale utilajelor de forat în sol ..... 98
Repararea şinelor ..... 99
**Materialele de adaos** ..... 101
**Tabele de produse** ..... 101
Materiale de adaos pentru sudarea fontei ..... 102
Materiale de adaos pentru strat tampon, pentru oţeluri greu sudabile şi pentru îmbinări eterogene ..... 103
Materiale pentru sudarea oţelurilor manganoase - utilizare la solicitare la impact şi uzură ..... 105
Materiale de adaos pentru oţeluri de scule şi oţeluri pentru aplicaţii la temperaturi înalte ..... 107
Electrozi pentru încărcare prin sudare şi refacerea formei ..... 110
Materiale de încărcare prin sudare sub strat de flux ..... 113
Sârme tubulare pentru încărcare prin sudare şi refacerea formei ..... 115
Autoprotecţie ..... 115
Autoprotecţie ..... 116
Sârme pline şi tubulare pentru încărcare prin sudare şi refacerea formei ..... 118
Electrozi înveliţi pentru sudarea metalelor neferoase ..... 120
Sârme pentru sudarea metalelor neferoase ..... 121
Exemple de încărcare prin sudare ..... 122
**Tabel de comparare a durităţilor** ..... 123
**Instrucţiuni pentru identificare a metalelor** ..... 124
**Lista alfabetică de aplicaţii** ..... 126
**Lista de produse** ..... 129

# Prefaţă

*Sudorii din toată lumea se întâlnesc zilnic cu materialele de adaos care folosesc indicativul OK. Acesta reprezintă iniţialele numelui lui Oscar Kjellberg, fondatorul societăţii ESAB AB. Oscar Kjellberg a descoperit o nouă tehnologie de sudare şi ulterior a dezvoltat electrodul învelit. Aceste invenţii au devenit o bază de început a societăţii ESAB.*

*Oscar Kjellberg a obţinut calificare de inginer şi a lucrat câţiva ani la diferite vapoare suedeze cu aburi. În această perioadă de la sfârşitul anilor 90 ai secolului nouăsprezece s-a întâlnit cu o problemă care la acea vreme nu avea soluţii efective. Îmbinările cu nituri la cazanele de abur erau deseori neetanşe. Se încercase repararea cu ajutorul unor cuie care se forjau în formă de pene conice mici şi acestea se băteau în neetanşeităţile apărute. Şi pe vremea aceea se folosea o sudare electrică simplă dar Oscar Kjellberg a văzut că remedierile executate astfel nu dau rezultate prea bune, cu defecte de tip fisuri şi pori.*

*Şi-a dat seamă că această metodă poate fi îmbunătăţită şi străduinţa lui a fost sprijinită şi de şeful şantierului naval. A fondat un mic atelier experimental în portul Göteborg unde a executat experimentele sale de sudare şi aplicaţiile acestora.*

*Metoda lui a atras o mare atenţie şi interes în şantierul naval göteborgez. Era evident că poate aduce un aport enorm la construcţia şi reparaţia navelor. De atunci tehnologia lui de reparaţii se îmbunătăţea continuu şi s-a răspândit şi în alte domenii de aplicaţii.*

*În luna septembrie a anului 2004, firma ESAB a sărbătorit 100 ani de existenţă. În această perioadă de timp, societatea a devenit una din cele mai renumite firme mondiale, nu numai în domeniul de sudare a materialelor dar şi în privinţa întregii tehnici de sudare şi de tăiere precum şi a accesoriilor pentru sudare.*

*Suntem foarte bucuroşi că tocmai în acest an jubiliar putem să continuăm cu un catalog de tip carte privind materialele de adaos din anul 2002 şi să aducem pentru uzul multor specialişti şi tehnicieni în domeniul sudării, alte recomandări generale pentru domeniul de reparaţii şi de întreţinere. Din nou atragem atenţia asupra faptului că fiecare caz de reparaţie trebuie evaluat separat din punct de vedere al condiţiilor de material şi de funcţionare iar recomandările prezentate trebuiesc luate numai ca nişte instrucţiuni generale.*

# Listă de abrevieri

| | |
|---|---|
| $R_m$ | rezistenţa la rupere |
| $Rp_{0,2}$ | limită de curgere |
| A % | alungire la rupere |
| HRC | duritate Rockwell |
| HB | duritate Brinell |
| HV | duritate Vickers |
| a w | în stare după sudare (as-welded) |
| w h | durificat prin ecruisare (work-hardened) |

| | |
|---|---|
| SMAW | sudare manuală cu arc electric, cu electrod învelit |
| FCAW | sudare cu arc electric, cu sârmă tubulară |
| GMAW | sudare cu arc electric, în mediu de gaz de protecţie |
| GTAW | sudare cu arc electric, în mediu de gaz de protecţie cu electrod nefuzibil |
| SAW | sudare cu arc electric, sub strat de flux (submerged arc-welding) |

| | |
|---|---|
| DC + | curent continuu - polaritatea inversă |
| DC – | curent continuu - polaritatea directă |
| AC | curent alternativ |
| OCV | tensiune de mers în gol (open circuit voltage) |

## Simboluri chimice

| | |
|---|---|
| Al | Aluminiu |
| B | Bor |
| C | Carbon |
| Cr | Crom |
| Co | Cobalt |
| Cu | Cupru |
| Mn | Mangan |
| Mo | Molibden |
| Nb | Niobiu |
| Ni | Nichel |
| P | Fosfor |
| S | Sulf |
| Si | Siliciu |
| Sn | Staniu |
| Ti | Titan |
| W | Wolfram |
| V | Vanadiu |

# Craiţuire - tăiere - perforare

## Generalităţi

OK 21.03 este un electrod special pentru craiţuire, tăiere şi perforare a oţelurilor carbon, inoxidabile sau manganoase, a fontei şi a tuturor metalelor tehnice în afară de cupru.

Învelişul acestui electrod creează un flux puternic de gaze care îndepărtează materialul topit.

Nu este necesar aer comprimat, nici gaz sau un suport special pentru electrozi, se foloseşte instalaţia standard pentru sudare manuală cu arc electric. Canalele formate sunt uniforme şi netede aşa că poată să urmeze sudarea fără orice alta pregătire. Pentru oţelurile inoxidabile şi manganoase este însă necesită o uşoară polizare.

Notă: Electrodul nu este destinat producerii unor îmbinări sudate.

Electrozii se livrează cu diametre de 3.2, 4.0 şi 5.0 mm.

## Utilizare

OK 21.03 se foloseşte pentru craiţuirea rădăcinii, îndepărtarea punctelor de prindere şi în cazurile unde craţuirea cu electrod de carbune nu este posibilă sau practică.

Este cu totul deosebit pentru pregătirea piselor din fontă pentru reparaţii, deoarece usucă şi arde impurităţile şi grafitul de pe suprafaţă şi astfel reduce riscul de apariţie a fisurilor şi a porilor la sudare.

O altă aplicaţie potrivită este pentru craiţuirea si debitarea oţelurilor inoxidabile şi manganoase.

## Procedeu

De obicei se foloseşte racordarea la DC- sau AC. Pentru tăiere şi perforare se recomandă DC +.

Arcul electric se aprinde cu electrodul perpendicular la suprafaţa piesei. După aceea electrodul se înclină spre direcţia de craiţuire cerută, cu cca 5 -10o faţă de suprafaţa şi se împinge înainte. Electrodul se ţine în contact cu piesa şi se deplasează înainte-înapoi, ca şi cum ar fi un ferăstrău. Atunci când este necesar să se facă un canal mai adânc, procedeul de repetă până se atinge adâncimea cerută.

Perforarea este foarte simplă. Electrodul de ţine perpendicular şi se apasă până pătrunde prin material. Pentru mărirea găurii se mişcă cu electrodul în sus şi în jos ca în caz de pilire.

# Preîncălzire şi temperatură între straturi

Pentru ca să rezulte o sudură fără fisuri este necesar să se folosească o preîncălzire corectă şi să se respecte o temperatură corectă între straturi.

**Preîncălzirea reduce:**

- riscul de fisurare datorită hidrogenului
- viteza de răcire şi prin aceasta şi tensiunea proprie în îmbinare
- duritatea în zona influenţată termic

**Necesitatea preîncălzirii creşte o dată cu următorii factori:**

- conţinut de carbon în material de bază
- conţinut de elemente de aliere ale materialului de bază
- dimensiunile piesei sudate
- temperatură iniţială
- viteza de sudare
- diametrul materialului de adaos utilizat

## Cum se stabileşte temperatura de preîncălzire

Pentru stabilirea temperaturii de preîncălzire este necesar să se cunoască compoziţia chimică a materialului de bază a cărui temperatura de preîncălzire este determinată de cei mai importanţi doi factori:

- conţinutul de carbon în material de bază
- conţinutul de elemente de aliere în material de bază

În principiu este valabil că cu cât este un conţinut de carbon mai ridicat cu atât este mai necesară o temperatură mai mare de preîncălzire. Acest principiu este valabil într-o măsură ceva mai mică şi pentru conţinutul de elemente de aliere.

O metodă pentru a stabili temperatura de preîncălzire este să se calculeze valoarea carbonului echivalent $C_{eq}$ al materialului de bază, pe baza compoziţiei lui chimice: (IIW)

$$C_{eq} = \%C + \%Mn/6 + (\%Cr + \%Mo + \%V)/5 + (\%Ni + \%Cu)/15$$

*Cu cât este valoarea $C_{eq}$ mai mare cu atât trebuie să fie temperatura de preîncălzire mai ridicată.*

Un alt factor important pentru determinarea temperaturii de preîncălzire este grosimea peretelui construcţiei sudate şi dimensiunile sale. Cu dimensiunile şi grosimea peretelui creşte şi temperatura de preîncălzire.

Când temperatura de preîncălzire a fost determinată, este important ca piesa să fie preîncălzită într-adevăr la această temperatură şi să fie menţinută la această temperatură pe durata întregii operaţii de sudare.

# Preîncălzire şi temperatură între straturi

Pentru preîncălzire este important ca piesa să aibă timp suficient să se încălzească uniform la temperatura necesară. În mod normal la toate operaţiunile de sudare cu preîncălzire se cere o răcire lentă.

Tabelul următor arată temperaturi recomandate pentru preîncălzire pentru diferite tipuri de materiale sudate.

## Temperaturi recomandate pentru preîncălzire

| Material de bază / Material de adaos | Grosime mm | Oţeluri nealiate $C_{eq}$ <0.3 < 180 HB °C | Oţel slab aliat $C_{eq}$ 0.3–0.6 200–300 HB °C | Oţel de scule $C_{eq}$ 0.6–0.8 300–400 HB °C | Oţel cu crom 5–12% Cr 300–500 HB °C | Oţel cu crom >12% Cr 200–300 HB °C | Oţel inoxidabil 18/8 Cr/Ni ~200 HB °C | Oţel manganos 14%Mn 250–500 HB °C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Oţel slab aliat 200–300 HB | ≤20 | – | 100 | 150 | 150 | 100 | – | – |
| | >20 ≤60 | – | 150 | 200 | 250 | 200 | – | – |
| | >60 | 100 | 180 | 250 | 300 | 200 | – | – |
| Oţel de scule 300–450 HB | ≤20 | – | 100 | 180 | 200 | 100 | – | – |
| | >20 ≤60 | – | 125 | 250 | 250 | 200 | – | 0 |
| | >60 | 125 | 180 | 300 | 350 | 250 | – | 0 |
| 12% Cr oţel 300–500 HB | ≤20 | – | 150 | 200 | 200 | 150 | – | x |
| | >20 ≤60 | 100 | 200 | 275 | 300 | 200 | 150 | x |
| | >60 | 200 | 250 | 350 | 375 | 250 | 200 | x |
| Oţel inoxidabil 18/8 25/12 200 HB | ≤20 | – | – | – | – | – | – | – |
| | >20 ≤60 | – | 100 | 125 | 150 | 200 | – | – |
| | >60 | – | 150 | 200 | 250 | 200 | 100 | – |
| Oţel Mn 200 HB | ≤20 | – | – | – | x | x | – | – |
| | >20 ≤60 | – | – | •100 | x | x | – | – |
| | >60 | – | – | •100 | x | x | – | – |
| Aliaj-Co tip 6 40 HRC | ≤20 | 100 | 200 | 250 | 200 | 200 | 100 | x |
| | >20 ≤60 | 300 | 400 | •450 | 400 | 350 | 400 | x |
| | >60 | 400 | 400 | •500 | •500 | 400 | 400 | x |
| Carbura tip (1) 55 HRC | ≤20 | – | o– | o– | o– | o– | o– | o– |
| | >20 ≤60 | – | 100 | 200 | •200 | •200 | o– | o– |
| | >60 | o– | 200 | 250 | •200 | •200 | o– | o– |

(1) Cel mult două straturi din material de sudare. Fisurarea după sudare este normală.

– Fără preîncălzire sau preîncălzire <100°C.

x Se foloseşte foarte rar sau aproape de loc.

o Preîncălzire la sudarea suprafeţelor mari.

• Pentru a preveni fisurarea aplicaţi un strat tampon de inox austenitic.

# Influenţa asupra diluţiei

Diluţia este amestecul din timpul sudării dintre metalul de adaos cu metalul de bază. Obiectivul este să se menţină o diluţie cât se poate de scăzută pentru a se obţine proprietăţi optime ale stratului depus prin sudare.

Materialele de durificare moi căstigă în duritate dacă sunt depuse pe materiale de bază aliate superior, datorită creşterii conţinutului de carbon şi de elemente de aliere, în urma diluţiei cu materialul de bază.

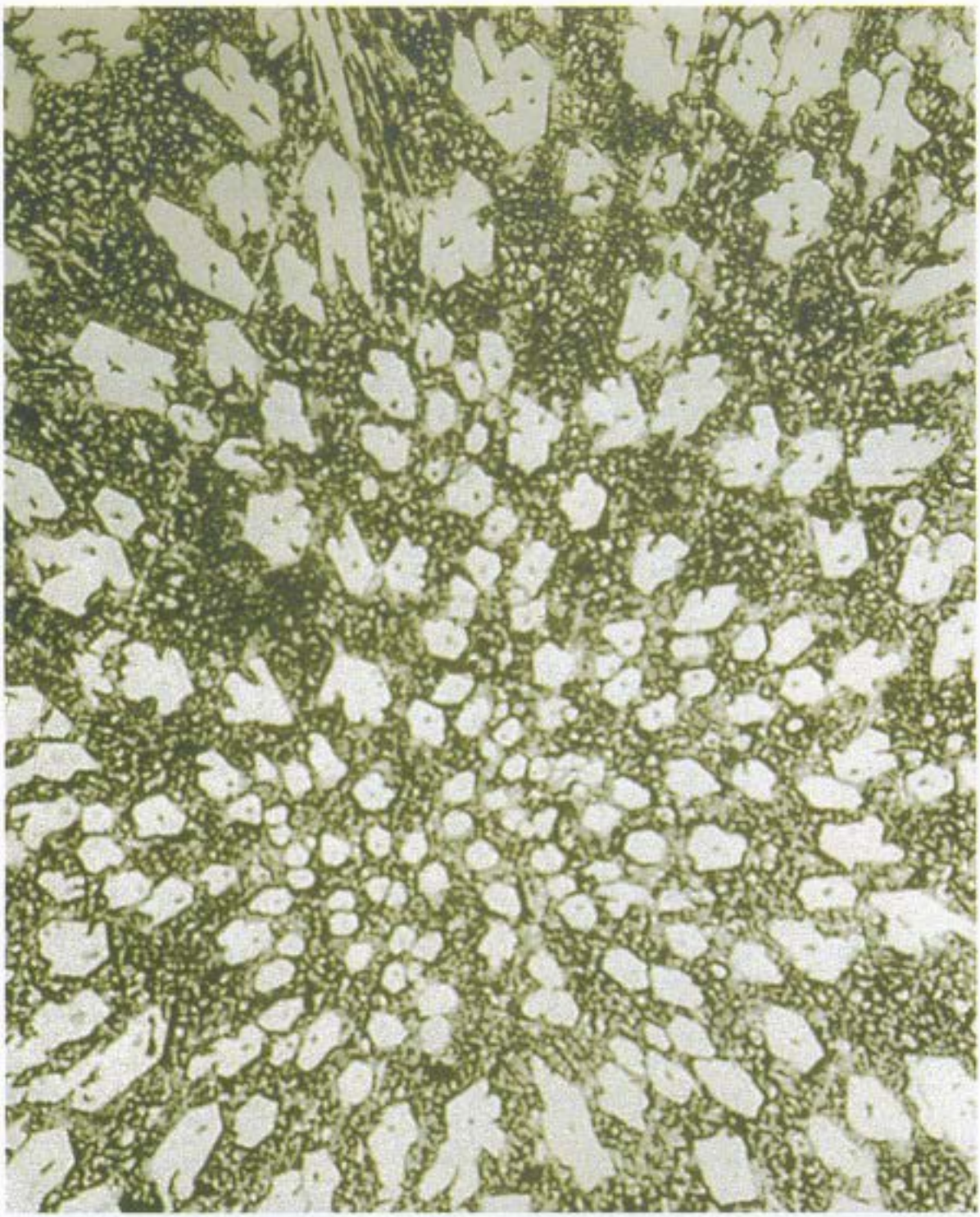
Foarte des însă materialul de bază este nealiat sau slab aliat. În astfel de cazuri poate fi necesar să se încarce prin sudare cu câteva straturi pentru a se obţine o duritate necesară. În mod normal însă sunt suficiente două sau trei straturi depuse prin sudare.

Deoarece gradul de diluţie depinde nu numai de procedeul de sudare utilizat dar şi de metoda concretă de sudare, aceasta trebuie realizată astfel încât diluţia să fie minimă.

## Factorii care influenţează diluţia:

- **Viteza de sudare:** Viteza redusă - o diluţie mare
  Viteza ridicată - o diluţie redusă
- **Polaritate de sudare:** DC - o diluţie redusă
  AC - o diluţie medie
  DC + o diluţie mare
- **Aport de căldură:** Scăzut - o diluţie redusă
  Ridicat - o diluţie mare
- **Tehnică de sudare:** Sudare în rânduri trase - o diluţie redusă
  Sudare cu pendulare - o diluţie mare
- **Poziţia de sudare** Vertical ascendent - o diluţie mare
  Orizontal, vertical descendent - o diluţie redusă
- **Numărul de straturi** Cu creşterea numărului de straturi diluţia se reduce
- **Tipul materialului de adaos:** Supraaliat, mai puţin sensibil la diluţie
- **Lungimea liberă a sârmei:** Lungime mare, diluţie mică

# Structura tipică pentru încărcare cu sudură



*Microstructura metalului depus prin sudare OK 84.78: carburi de crom*

# Utilizarea straturilor tampon şi a straturilor pentru refacerea formei pieselor

## Straturi tampon

Straturile tampon se utilizează pentru separarea materialului de bază de materialul de încărcare dură în aşa fel încât să:

- se asigure o bună aderenţă şi legătură cu materialul de bază
- se evite apariţia fisurilor sub cordon induse de hidrogen chiar şi la piese preîncălzite
- se minimizeze efectele tensiunilor interne rezultate prin sudare
- se limiteze efectul diluţiei
- se evite exfolierea straturilor dure ulterioare
- se prevină propagarea fisurilor eventuale apărute în stratul dur încărcat prin sudare în material de bază

Drept straturi tampon la încărcare prin sudare, se folosesc de obicei materiale austenitice de adaos cu o ductilitate mare. Alegerea materialului de adaos depinde de tipul materialului de bază şi de procedeul de încărcare prin sudare, vezi tabelul următor.

**Materiale de adaos pentru straturi tampon**

| Material de bază | Aplicaţia | SMAW | FCAW/GMAW |
|---|---|---|---|
| 14% oţel Mn | Suprafaţa uzată<br>Reparaţia fisurilor | OK 67.45<br>OK 68.82 | OK Tubrodur 14.71<br>OK Autrod 16.75 |
| Oţel slab aliat | 1 strat de încărcare, fără rezistenţă la impact | Fără strat tampon | |
| | 2 straturi de încărcare, cu rezistenţă la impact | OK 67.45 | OK Tubrodur 14.71 |
| | 2 straturi încărcare, cu aliaje pe bază de Co şi Ni | OK 67.45 sau<br>OK 68.82 | OK Tubrodur 14.71 sau<br>OK Autrod 16.75 |
| Oţeluri călibile | 1 strat de încărcare, fără rezistenţă la impact | Fără strat tampon | |
| | 2 straturi de încărcare, cu rezistenţă la impact | OK 67.45 | OK Tubrodur 14.71 |
| | 1–2 straturi încărcare, cu aliaje pe bază de Co şi Ni | OK 67.45 sau<br>OK 68.82 | OK Tubrodur 14.71 sau<br>OK Autrod 16.75 |
| Oţeluri 5–12%Cr | Placare prin sudare cu aliaje pe bază de Co sau pe bază de Ni | OK 67.45 | OK Tubrodur 14.71 |
| Oţeluri 2–17%Cr | Încărcare cu acelaşi tip de oţel | Fără strat tampon<br>Preîncălzire vezi pag. 13 | |
| | 1–2 straturi de încărcare în vederea durificării | OK 67.45 sau<br>OK 68.82 | OK Tubrodur 14.71 sau<br>OK Autrod 16.75 |
| Fonte | Încărcare prin sudare | OK 92.60 | OK Tubrodur 15.66 |

Alte informaţii privind produsele se află în capitolul "Datele de bază privind materiale de adaos pentru sudare".

# Utilizarea straturilor tampon şi a straturilor pentru refacerea formei pieselor

Atunci când se folosesc materiale de încărcare mai dure pe material de bază mai moale, de ex. oţel cu conţinut redus de carbon, apare o tendinţă de scufundare a stratului dur în materialul de bază maleabil, fig. A. Aceasta poate cauza desprinderea stratului dur, depus prin sudare. Pentru a preveni aceasta, pe componenta respectivă se aplică înainte de încărcarea dură, un strat tampon din material rezistent şi tenace, fig. B.

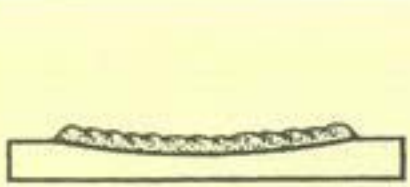


*Fig. A*

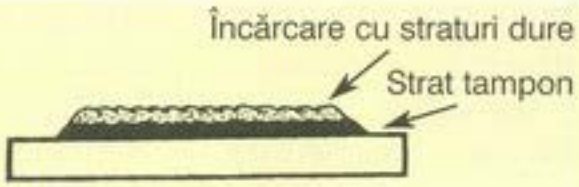



*Fig. B*

Materialele potrivite pentru refacerea formei, resp. pentru stratul tampon sunt OK 82.28 şi OK Tubrodur 15.40. În funcţie de tipul materialului de bază se pot recomanda şi alte tipuri de materiale pentru straturi tampon.

Când se depun prin sudare materiale casante de tipul materialelor cu conţinut de carburi de crom şi aliaje de cobalt, recomandăm să se sudeze întâi unul sau două straturi de material austenitic. După răcire aceasta provoacă apariţia unor tensiuni de compresiune în straturile anterioare pe durata răcirii, ceeace duce la reducerea riscului de apariţie a fisurilor din stratul dur ce se depune.

Multe depuneri dure pot prezenta mici reţele de fisuri la solidificare. Aceste fisuri nu sunt periculoase din punct de vedere al funcţiei stratului de metal dur depus, de exemplu rezistent la abraziune, sunt însă periculoase pentru că la lovituri mai puternice sau la îndoirea pieselor se pot extinde în materialul de bază, fig. C. Această tendinţă este mai expresivă când materialul de bază este format de oţel de mare rezistenţă. Utilizarea stratului tenace împiedică această propagare a fisurilor, fig. D. Materialele de adaos potrivite pentru acest caz sunt electrozii OK 67.45 sau sârmele OK Tubrodur 14.71 sau OK Autrod 16.75.

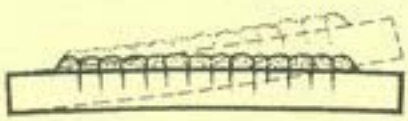


*Fig. C*

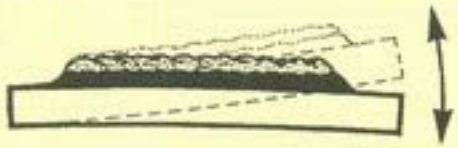


*Fig. D*

# Utilizarea straturilor tampon şi a straturilor pentru refacerea formei pieselor

## Refacerea formei şi dimensiunilor piesei

Când piesa este foarte uzată atunci una din metode posibile de reparaţie este refacerea formei sale iniţiale, prin încărcare cu ajutorul unui material de adaos cu o compoziţie chimică asemănătoare cu materialul de bază din care este piesa confecţionată. O altă metodă poate fi utilizarea alternativă a straturile de material ductil şi dur.

### Materiale de adaos pentru încărcarea prin sudare

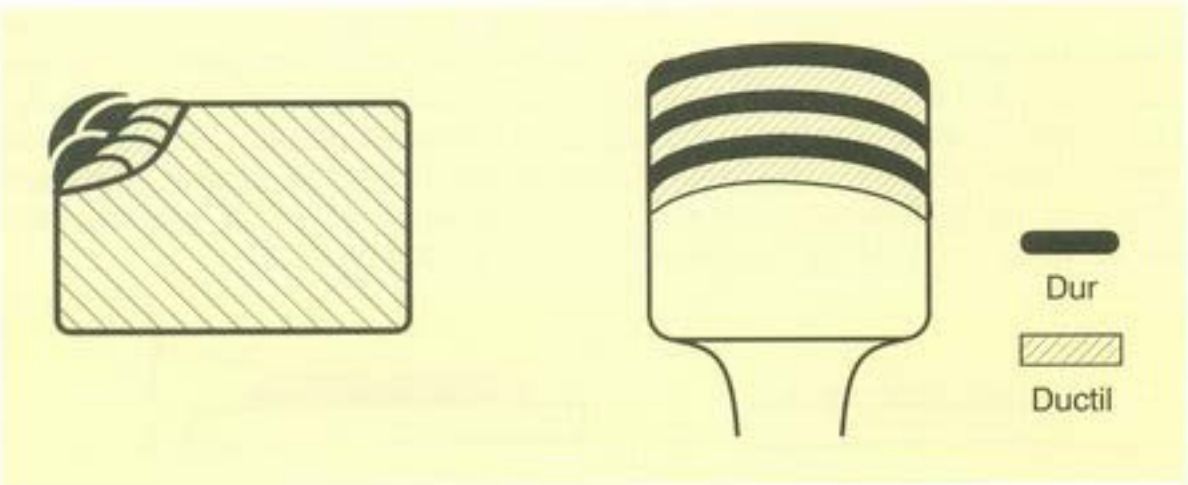
| Tip de aliaj | SMAW | FCAW | SAW | GMAW |
|---|---|---|---|---|
| Cu carbon redus/ Slab aliat | OK 83.28<br>OK 83.29 | OK Tubrodur 15.40 | OK Tubrodur 15.40/<br>OK Flux 10.71 | OK Autrod 13.89 |

Aceste materiale destinate încărcării prin sudare au o rezistenţă bună la impact, dar rezistenţa lor la abraziune este limitată.

În funcţie de materialul de bază se pot recomanda şi alte tipuri.

### Aplicaţii tipice sunt:

- ciocane
- concasoare
- dinţii excavatoarelor
- sculele pentru forfecare la rece



*Bloc- motor. Reparaţia piesei turnate din fontă utilizând electrozii OK 92.18 şi OK 92.60*

# Sudarea fontei

## Generalităţi

Fontele sunt aliaje de fier cu conţinut de carbon 2 - 5%, siliciu 1 - 3% şi cel mult 1% mangan.

Fonta are ductilitate scăzută, duritate redusă şi rezistenţă scăzută şi în general este un material foarte fragil. Ca aceste calităţi să se îmbunătăţească, fonta se aliază foarte des sau se tratează termic.

La ora actuală se utilizează preponderent următoarele tipuri de fonte:

- fontă cenuşie
- fontă modificată
- fontă cu grafit nodular
- fontă maleabilă
- fontă albă

Conţinutul mare de carbon afectează în mare măsură sudabilitatea ei. Deoarece diferitele tipuri de fontă au o paletă largă de proprietăţi, sudabilitatea lor este de asemenea foarte diferită. Unele dintre fonte sunt uşor sudabile, altele sunt nesudabile. Toate aceste tipuri de fonte prezentate mai sus se pot suda cu succes cu excepţia fontei albe, care datorită fragilităţii foarte ridicate, este nesudabilă.

## Materiale de adaos pentru sudarea fontei

| Tip | SMAW | FCAW |
|---|---|---|
| Nichel pur | **OK 92.18** | |
| Nichel-fier | **OK 92.58** | |
| Nichel-fier | **OK 92.60** | **OK Tubrodur 15.66** |
| Nichel-cupru | **OK 92.78** | |
| Oţel nealiat | **OK 91.58** | |

### Nichel pur

Fonta se poate suda în primul rând cu electrozi din nichel pur. Nichelul este în stare să absoarbă mai mult carbon decât fier fără să se schimbe substanţial proprietăţile sale. Dilatarea la temperatură a nichelului şi a fontei sunt comparabile. Nichelul are o ductilitate mai mare decât celelalte materiale pentru sudarea fontei şi se poate prelucra bine. Se foloseşte pentru umplerea cavităţilor şi reparaţii în general, când se cere o duritate de cca 150 HB. Nu se recomandă pentru repararea fontei cu un conţinut mare de sulf şi fosfor.

### Tip nichel - fier

Când se cere o rezistenţă mai mare se pot utiliza pentru sudarea fontei şi a fontei cu oţel, electrozii de tip nichel - fier. Din cauza conţinutului de fier în metalul depus

acesta are o duritate ceva mai mare în comparaţie cu metalul depus de tip nichel pur. Metalul depus este uşor prelucrabil.

Tipul nichel-fier este mai tolerant faţă de conţinutul de sulf şi fosfor din metalul de bază decât tipul nichel pur.

### Tip nichel - cupru

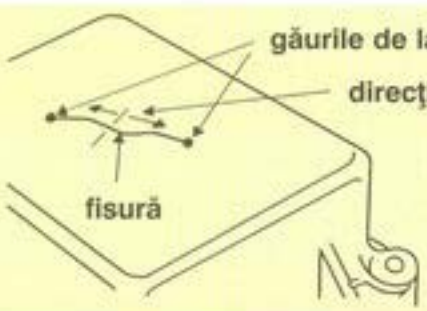
Aliajul nichel - cupru se foloseşte cel mai des în acele cazuri când se cere aceeaşi culoare a metalului depus cu a materialului de bază. Metalul depus este uşor prelucrabil.

### Tip oţel nealiat

Acest tip se poate utiliza pentru reparaţii mai puţin exigente şi atunci când stratul depus nu se va prelucra ulterior.

## Pregătirea îmbinării pentru sudarea fontei

- Deschiderea şanfrenului trebuie să fie mai mare decât cel folosit la oţeluri.
- Toate muchiile trebuiesc rotunjite
- În general se preferă canale în forma U.
- Fisurile întâi trebuie să fie deschise complet ca să fie accesibile.
- În cazul reparării fisurilor, trebuie ca la fiecare capăt al fisurii să se practice o mică gaură, vezi figura de mai jos.



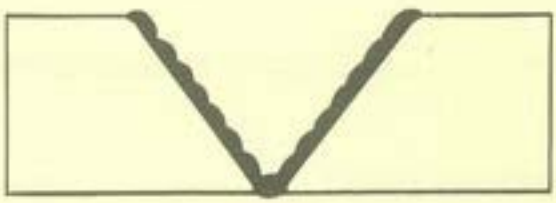

*Metoda de reparare a unei fisuri*

Deoarece fontele sunt poroase, piesele din fontă în timpul funcţionării absorb ulei şi alte lichide, care pot afecta sudabilitatea şi este necesar ca înainte de sudare să fie îndepărtate. Pentru a le arde şi îndepărta este necesară încălzirea materialului de bază. În multe cazuri însă acest lucru nu se poate realiza din cauza formei şi dimensiunilor defavorabile sau din cauza timpului limitat pentru reparaţie.

Una din posibilităţi de rezolvare a acestei probleme este utilizarea pentru pregătirea şanfrenului, a electrozilor de craiţuire OK 21.03. Sunt excelenţi pentru repararea pieselor din fontă deoarece usucă şi ard impurităţile de la suprafaţă şi prin această se reduce riscul de fisurare şi apariţia porilor la sudare. La o polizare obişnuită impurităţile şi grafitul din fontă se întind pe suprafaţa canalului şi la sudare pot cauza probleme.

La unele reparaţii se foloseşte cu preferinţă tehnică placării cu sudură (tapetare a feţelor îmbinerii). Aceasta înseamnă că pe una sau pe ambele suprafeţe de sudat se depun înainte de sudarea propriu-zisă, straturi tampon, fig. 1 şi 2.

Scopul acestei tehnici este de a împiedica apariţia fazelor fragile. În plus, tensiunile interne, apărute din cauza răcirii metalului depus de la straturile ulterioare vor influenţa mai mult materialul stratului de placare, cu plasticitate ridicată decât zona de legătură, fragilă, a materialului de bază.



*Tehnică de placare*

*Fig. 1*

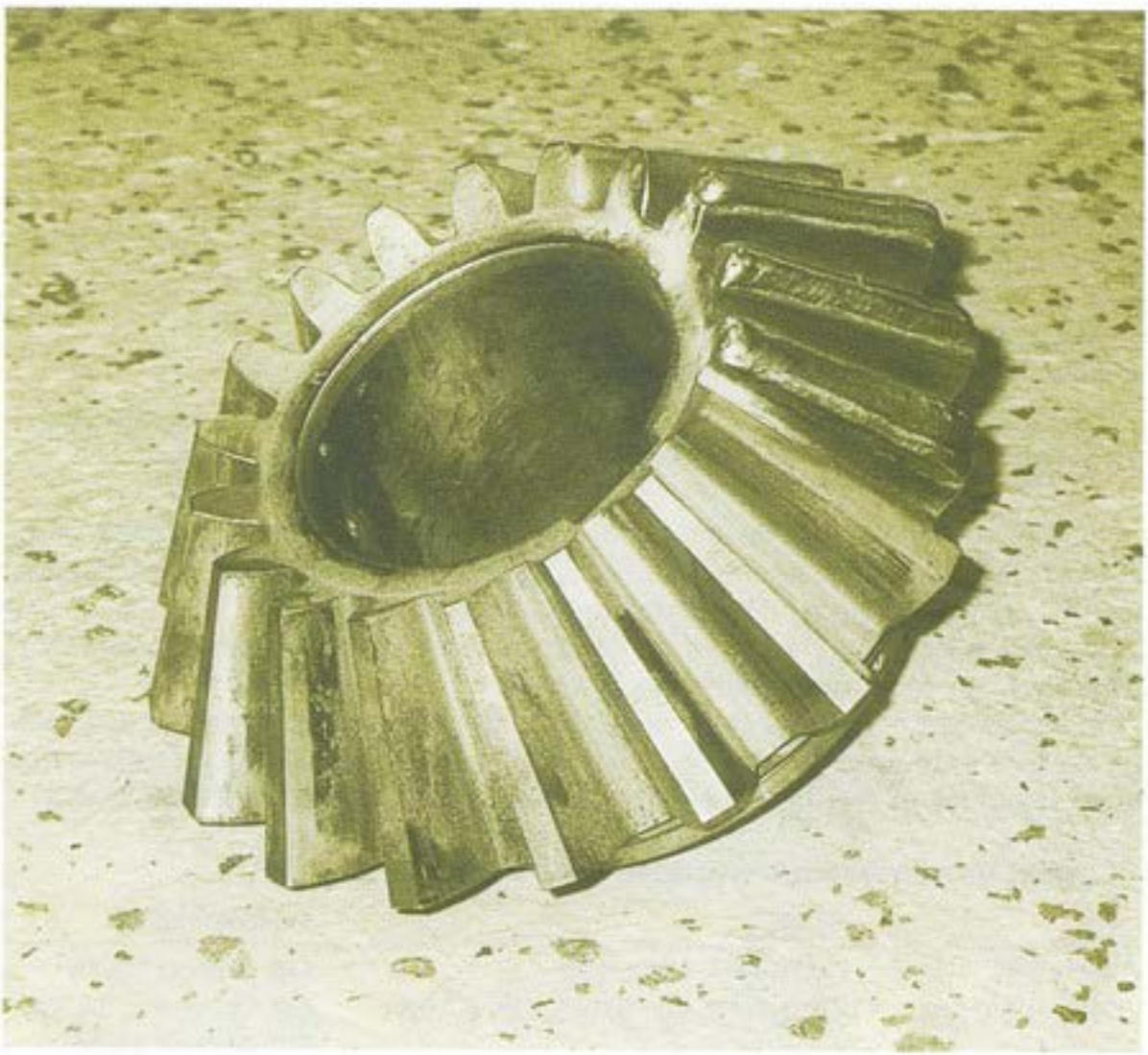
*Sudare multistrat dupa placare*

*Fig. 2*

## Sudarea fontei la rece

În majoritatea cazurilor, reparaţiile pieselor din fontă se realizează prin sudare manuală cu arc electric, cu electrozi înveliţi. La oră actuală se sudează mai mult la rece (fără preîncălzire) utilizând următoarele tehnici de lucru:

- se depun prin sudare cordoane scurte (20-30 mm) în funcţie de grosime,
- se folosesc electrozi de diametru mic şi curent scăzut de sudare,
- temperatură între straturi trebuie să fie în orice caz sub 100 °C,
- imediat după încărcare, se îndepărtează zgura şi suprafaţa cordonului se ciocăneşte cu un ciocan cu vârf rotunjit.



*Pinionul dinţat. Recondiţionare prin încărcare cu electrozi de tip OK 68.82*

# Sudarea oţelurilor greu sudabile

În domeniul reparaţiilor şi al întreţinerii întâmpinăm multe tipuri de oţeluri care se consideră a fi greu sudabile din cauza călibilităţii ridicate a acestora.

**Printre ele:**

- oţeluri cu un conţinut mare de carbon
- oţeluri cu rigiditate mare
- oţeluri pentru arcuri
- oţeluri tratate termic (înnobilate)
- oţeluri rezistente la coroziune
- oţeluri cu o compoziţie chimică necunoscută

Oţelurile cu compoziţie chimică necunoscută trebuie şi ele considerate oţeluri cu sudabilitatea limitată pentru a se evita eventualele defecte la sudare.

În principiu este posibil ca toate aceste oţeluri să se sudeze cu materiale de adaos feritice corespunzătoare cu preîncălzire şi tratament termic după sudare, pentru a se evita fisurarea din cauza hidrogenului din ZIT.

În cazul sudurilor pentru reparaţii, deseori nu este posibil să se utilizeze preîncălzirea şi nici tratamentul termic după sudare.

În aceste cazuri se aplică cea mai bună soluţie de sudare cu materiale de adaos pe bază de inox austenitic sau de nichel. Riscul de fisurare se reduce printr-o mai mare solubilitate a hidrogenului şi printr-o mai mare ductilitate a metalului depus.

## Tipuri generale de materiale de adaos:

| Tip | SMAW | FCAW/GMAW |
|---|---|---|
| 29Cr 9Ni | **OK 68.81, OK 68.82** | **OK Autrod 16.75** |
| 18Cr 9Ni 6 Mn | **OK 67.42, OK 67.45, OK 67.52** | **OK Tubrodur 14.71** |
| | | **OK Autrod 16.95** |
| aliaje-Ni | **OK 92.26** | **OK Autrod 19.85** |

### OK 68.81/OK 68.82/OK Autrod 16.75

Au o mare capacitate de diluţie. Se aleg când sunt necesare rezistenţe mecanice mari. Conţinutul de ferită nediluată în metalul depus este deseori peste 40 %, ceea ce poate favoriza fragilitazarea la aplicaţii care lucrează la temperaturi mai ridicate.

Aceste tipuri sunt şi cele mai bune soluţii când trebuie să se sudeze materiale de o compoziţie chimică necunoscută.

### OK 67.42/OK 67.45/OK 67.52/OK Tubrodur 14.71/OK Autrod 16.95

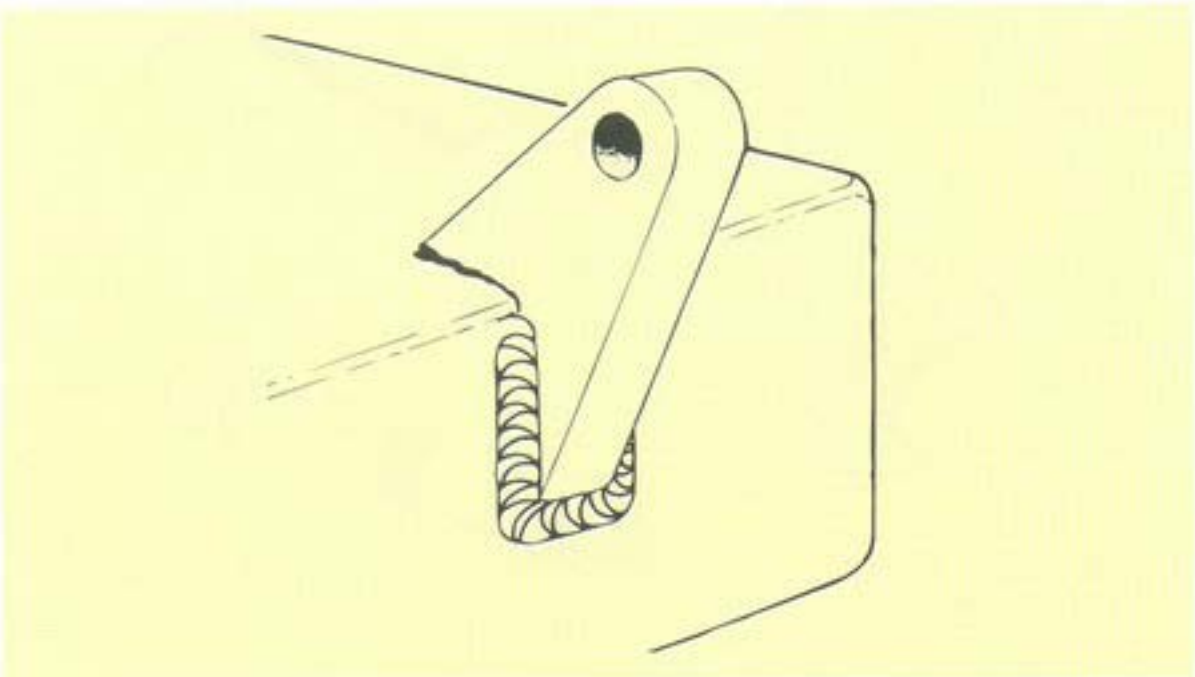
Depun un metal complet austenitic cu o rezistenţă mecanică comparativ mai scăzută dar cu o rezistenţă extrem de bună la fisurare la solidificare. Acest metal depus relativ moale reduce tensiunile pentru orice tip de martensită care ar putea fi prezentă. De aceea acest tip de material de adaos poate fi cea mai bună soluţie dacă se poate accepta o rezistenţă mecanică mai redusă.

### OK 92.26/OK Autrod 19.85

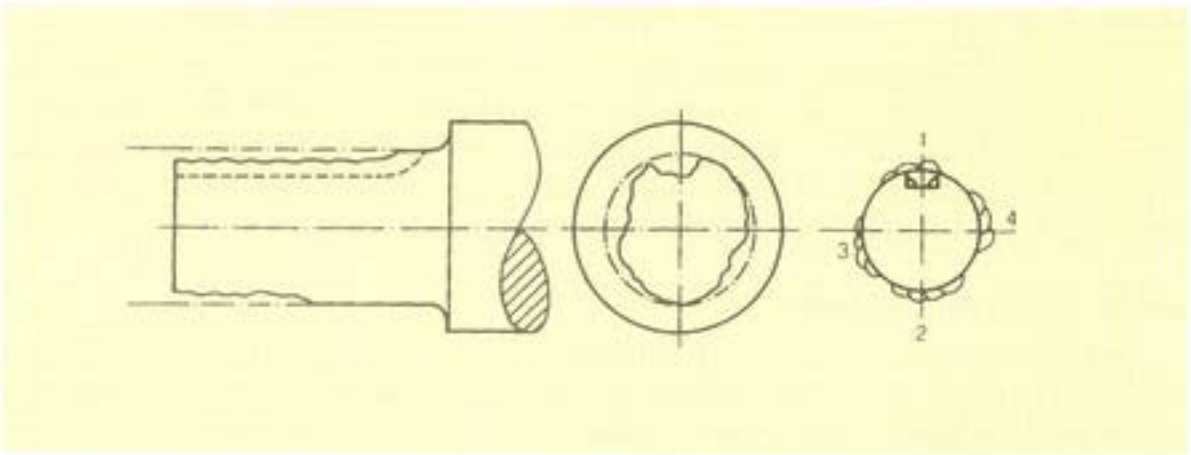
Aceste materiale sunt destinate îmbinărilor de mare rezistenţă, expuse temperaturilor peste 200 °C, precum sunt de ex. îmbinările refractare din oţeluri Cr-Mo rezistente la fluaj pâna la oţeluri inoxidabile. Aceste tipuri de materiale nu sunt sensibile la fragilizare tratamente termice şi reduc tensiunile din îmbinare, datorită ductilităţii ridicate. Se potrivesc foarte bine la sudarea materialelor groase (peste 25 mm), deci în cazuri de îmbinări multistrat.

Informaţiile mai detailate privind aceste produse sunt redate la pagina 92.

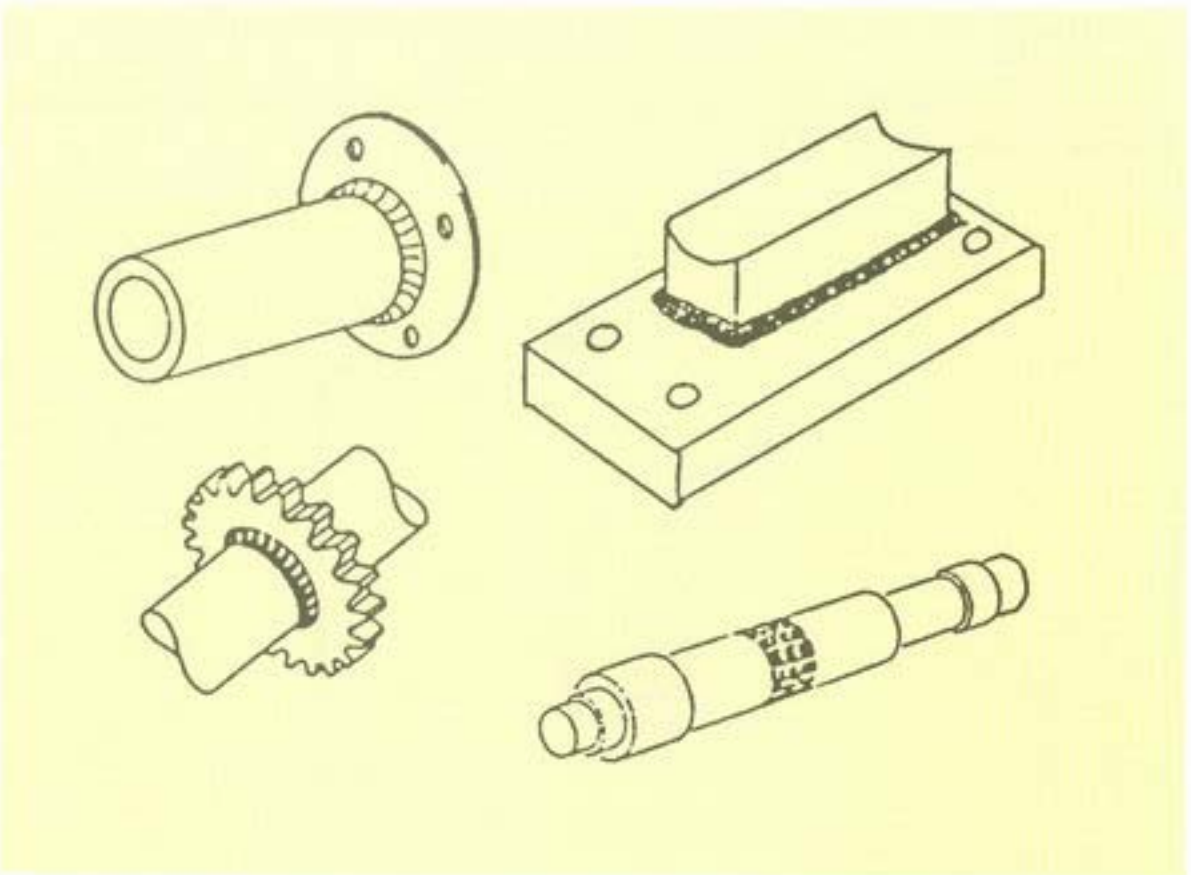
Următoarele imagini arată unele cazuri de aplicaţii tipice la care se poate folosi sudarea cu electrozi OK 68.82



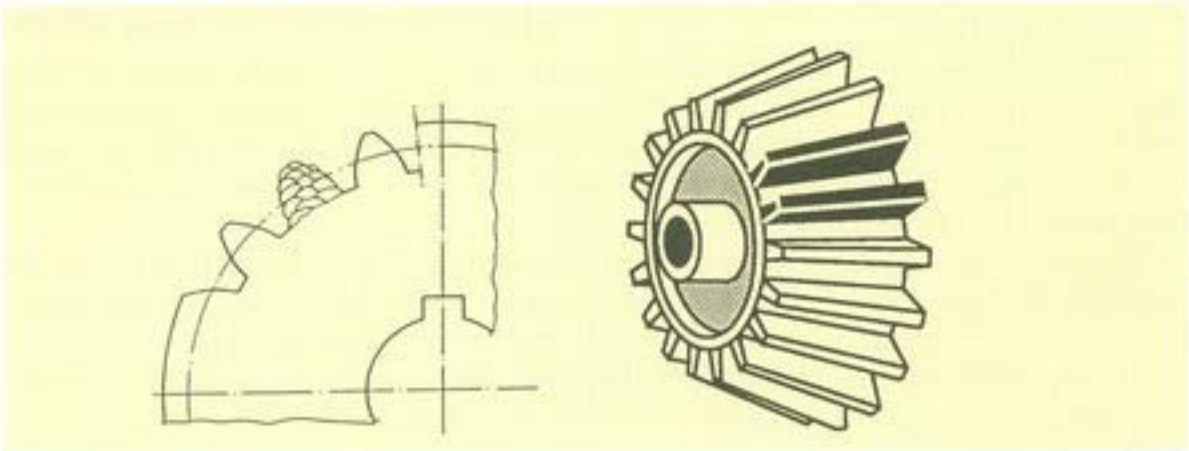
*Reparaţia suporţilor rupţi la o piesă turnată din oţel-fontă cu electrozi OK 68.82*



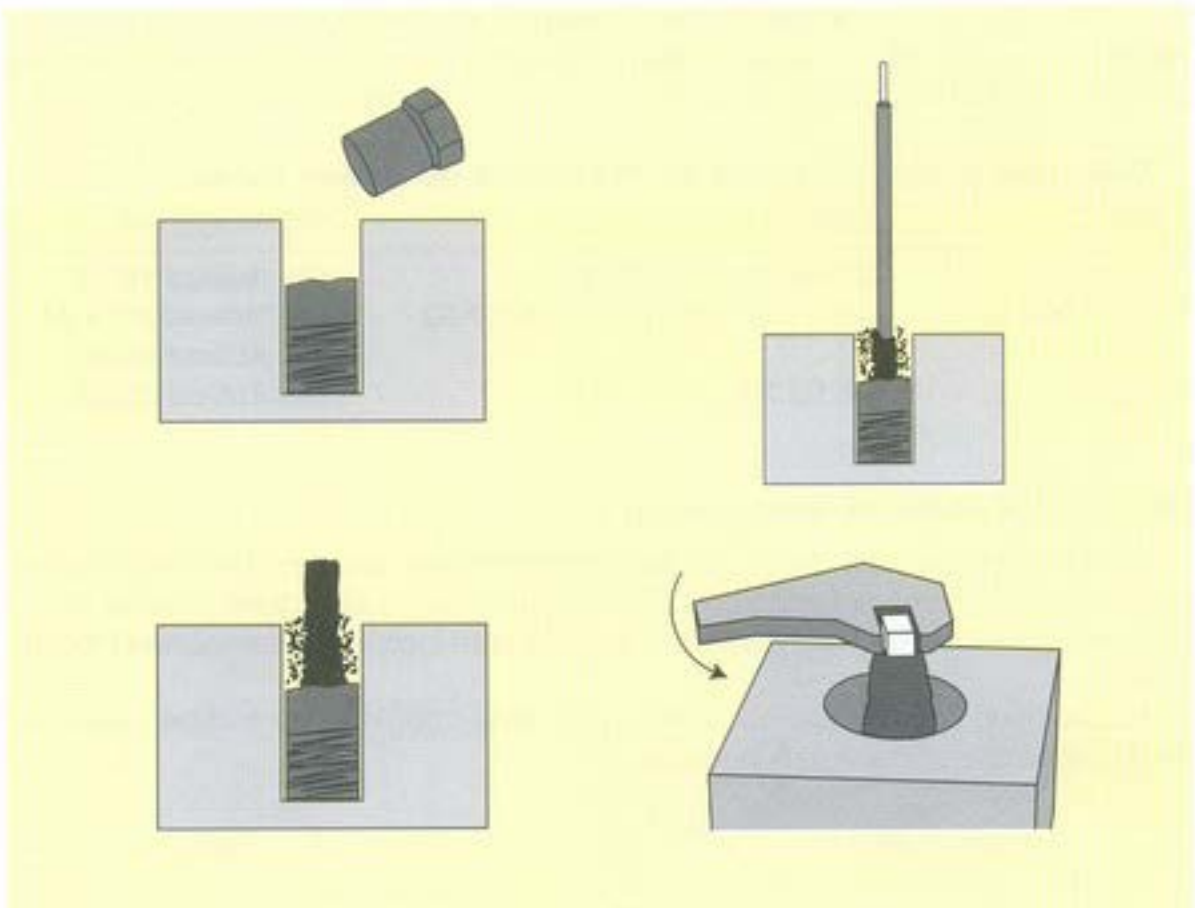

*Repararea arborilor uzaţi din oţel slab aliat cu electrozii OK 68.82*



*Diferite piese mecanice reparate cu ajutorul electrozilor OK 68.82*



*Repararea dintelui rupt de la roată dinţată cu electrozii OK 68.82*



*Extragerea şi îndepărtarea bulonului rupt cu ajutorul electrozilor OK 68.82*

## Sudarea oţelurilor inoxidabile cu oţeluri nealiate sau slab aliate

Îmbinarea oţelului inoxidabil cu carbon-mangan sau a oţelului slab aliat este fără îndoială cel mai întâlnit şi totodată şi cel mai important caz de sudare eterogenă. Îndeosebi este frecventă sudarea oţelurilor nealiate sau slab aliate cu oţeluri austenitice inoxidabile (aceste îmbinări pot fi numite îmbinările ferito/austenitice) la fabricarea diferitelor racorduri sau treceri.

Sudarea oţelurilor inoxidabile cu oţeluri nealiate sau slab aliate ar trebui să se realizeze în mod normal cu ajutorul materialelor de adaos inoxidabile supraaliate, adică cu materiale de adaos mai aliate decât materialul de bază.

Se pot utiliza două metode diferite. Întreaga îmbinare poate fi sudată cu materiale de adaos din oţel inoxidabil supraaliat sau pe bază de nichel. A doua variantă este tapetarea suprefeţei şanfrenului pe partea oţelului nealiat sau slab aliat cu material de adaos inoxidabil supraaliat, urmată de umplerea rostului cu material de adaos cortespunzător materialului inoxidabil de bază.

Sudarea se poate executa de obicei fără preîncălzire. Însă este bine să se respecte recomandările de sudare pentru fiecare tip de oţel. Materialele de adaos pentru sudarea materialelor eterogene sunt descrise mai detaliat la pagina 103.

### Cele mai obişnuite tipuri de materiale de adaos sunt:

| Tip | SMAW | FCAW/GMAW |
|---|---|---|
| 29Cr 9Ni | OK 68.81, OK 68.82 | OK Autrod 16.75 |
| 18Cr 9Ni 6 Mn | OK 67.42, OK 67.45, OK 67.52 | OK Tubrodur 14.71 |
| | | OK Autrod 16.95 |
| Aliaje Ni | OK 92.26 | OK Autrod 19.85 |

**OK 68.81/OK 68.82/OK Autrod 16.75**

Au o mare capacitate de diluţie. Se aleg când sunt necesare rezistenţe mecanice mari. Conţinutul de ferită nediluată în metalul depus este deseori peste 40 %, ceea ce poate favoriza fragilitazarea la aplicaţii care lucrează la temperaturi mai ridicate.

Aceste tipuri sunt şi cele mai bune soluţii când trebuie să se sudeze materiale de o compoziţie chimică necunoscută.

### OK 67.42/OK 67.45/OK 67.52/OK Tubrodur 14.71/OK Autrod 16.95

Depun un metal complet austenitic cu o rezistenţă mecanică comparativ mai scăzută dar cu o rezistenţă extrem de bună la fisurare la solidificare. Acest metal depus relativ moale reduce tensiunile pentru orice tip de martensită care ar putea fi prezentă. De aceea acest tip de material de adaos poate fi cea mai bună soluţie dacă se poate accepta o rezistenţă mecanică mai redusă.

### OK 92.26/OK Autrod 19.85

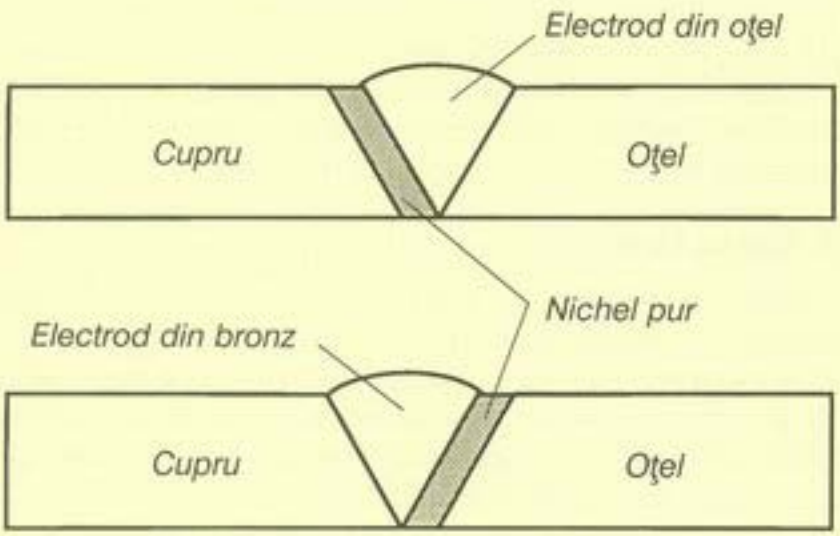
Aceste materiale sunt destinate îmbinărilor de mare rezistenţă, expuse temperaturilor peste 200 °C, precum sunt de ex. îmbinările refractare din oţeluri Cr-Mo rezistente la fluaj până la oţeluri inoxidabile. Aceste tipuri de materiale nu sunt sensibile la fragilizare tratamente termice şi reduc tensiunile din îmbinare, datorită ductilităţii ridicate. Se potrivesc foarte bine la sudarea materialelor groase (peste 25 mm), deci în cazuri de îmbinări multistrat

## Sudarea cuprului şi a aliajelor sale cu oţel

Pentru îmbinarea cuprului şi a aliajelor de cupru cu oţel / oţel inoxidabil trebuie să se utilizeze o tehnică de strat tampon. Cuprul lichid şi într-o măsură mai mică şi bronzul migrează în ZIT şi precipită la marginea graunţilor. Această fază are temperatura de topire mai scăzută cu câteva sute de grade decât oţelul. Viteza de pătrundere este ridicată iar adâncimea sa poate fi până la 1 mm. Acest fenomen este favorizat de tensiunile interne care sunt întotdeauna prezente la sudare. Acelaşi lucru se poate întâmpla când se utilizează aliaje de nichel cu excepţia nichelului pur şi a tipului nichel- cupru. Din aceste motive nichelul pur sau aliajele de nichel-cupru se pot utiliza pentru stratul tampon drept barieră împotriva pătrunderii cuprului.

Această penetrare a cuprului nu este neapărat dăunătoare. Poate fi acceptată în cazul multor aplicaţii de încărcare sau acoperire prin sudare. Dacă însă cusătura de sudare este supusă la solicitări mari şi mai ales dacă lucrează la temperaturi ridicate, caz în care marginea grăunţilor slăbită va duce la fragilizare, pătrunderea cuprului trebuie împiedicată. În aceste cazuri trebuie să se folosească stratul tampon de nichel sau de aliaj nichel-cupru.

În ambele cazuri trebuie să se utilizeze electrodul din nichelul pur, OK 92.05. Pentru straturile de umplere se utilizează electrozi din oţelul inox respectiv sau de bronz în funcţie de partea pe care s-a depus stratul tampon. În figura următoare se arată cum se depune stratul tampon.




La tehnica sudării cu strat tampon cu cupru sau cu bronz trebuie efectuată o preîncălzire la 300 - 500 °C. Materialele subţiri se pot preîncălzi numai în jurul locului unde se începe sudarea.

Când stratul tampon se depune pe partea de oţel, atunci temperatura de preîncălzire trebuie să se aleagă după tipul acestui material.

La sudarea îmbinărilor cu strat tampon pe partea de oţel, la care se utilizează electrozi pe baza de Cu, atunci partea de cupru va trebui preîncălzită la temperatura de 150 - 200 °C pentru bronz de Al sau Staniu iar pentru bronzuri pe bază de Si la o temperatură care să nu depăşească 100 °C.

Îmbinarea cu strat tampon pe partea de cupru nu trebuie preîncălzită pe această parte, deoarece stratul izolator de nichel reduce efectiv pierderea de căldură datorată conductivităţii termice ridicate a cuprului.

Materialele de adaos pentru sudarea metalelor neferoase sunt descrise la pagina 122.

*Schimbarea vârfului unui dinte de cupă cu ajutorul OK 67.45 sau OK Tubrodur 14.71*

*Muchiile noi ale cupelor unui excavator sudate cu electrozi OK 68.82*

# Sudarea oţelurilor manganoase

Oţelurile manganoase, denumite uneori şi oţeluri austenitice manganoase, 14% mangan sau oţeluri Hadfield, au un conţinut mediu de 11 - 14% mangan şi 1 - 1,4% carbon. Unele tipuri de asemenea pot conţine şi cantităţi mici de alte elemente de aliere. Aceste oţeluri au o capacitate excepţională de a se durifica superficial, ca urmare a deformării plastice care apare la impact şi/sau la presiune mare pe suprafaţă. Prin aceasta astfel de oţeluri devin un material ideal pentru industria extractivă şi minieră, de ex. pentru părţile active ale ciocanelor de concasare, morilor, dinţilor, benelor de excavatoare, dinţilor benei maşinilor de terasamente dar şi părţilor macazurilor de cale ferată.

Oţelul manganos rezistă mult timp dar până la urmă se uzează. Recondiţionarea se compune de obicei din repararea fisurilor sau spărturilor, adăugarea materialului care a fost uzat şi amplasarea de straturi dure pe suprafaţă pentru a se prelungi durabilitatea piesei. Sudabilitatea oţelului manganos este restricţionată de tendinţa de fragilizare în urma încălzirii şi a răcirii lente. Una din cele mai importante reguli este că temperatura între straturi nu trebuie să depăşească 200 °C. Din acest motiv este esenţial să se controleze cu mare grijă încălzirea la sudare. De aceea este necesar să se respecte următoarele principii:

- a se suda cu cea mai mică energie liniară, cu un curent de sudare minim
- a utiliza cu stricteţe numai tehnică de sudură cu rânduri trase, nu cu pendulare, în loc de sudare prin mişcare oscilatorie
- acolo unde este posibil, să se lucreze concomitent la mai multe piese
- piesa se poate răci cu apă

## Sudarea oţelurilor manganoase poate însemna practic:

- îmbinarea oţelului manganos cu oţel nealiat sau slab aliat
- îmbinarea oţelului manganos cu oţel manganos
- reîncărcarea suprafeţelor uzate
- încărcare cu sudură pentru atingerea durităţii suprafeţei iniţiale

## Îmbinarea

Pentru îmbinarea oţelurilor manganoase între ele şi cu alte tipuri de oţeluri se utilizează materiale de adaos inoxidabile austenitice, rezultând îmbinări rezistente.

## Materiale de adaos pentru sudare

| Tip de aliaj | SMAW | FCAW | GMAW |
|---|---|---|---|
| 18/8/6 | OK 67.42<br>OK 67.45<br>OK 67.52 | OK Tubrodur 14.71 | OK Autrod 16.95 |
| 29/9 | OK 68.81<br>OK 68.82 | | OK Autrod 16.75 |

Alte informaţii privind aceste produse se găsesc la pagina 105.

# Sudarea oţelurilor manganoase

## Încărcare prin sudare

Înainte de încărcarea cu sudare a părţilor cu uzură avansată se recomandă depunerea unui strat tampon cu material autenitic de tip OK 67.xx. Se încarcă apoi prin sudare cu unul din tipurile de consumabile prezentate mai jos.

**Materiale de adaos pentru încărcare prin sudare**

| Tip de aliaj | SMAW | FCAW |
|---|---|---|
| 13Mn | OK 86.08 | |
| 13Mn 4Cr 3Ni | OK 86.20 | OK Tubrodur 15.60 |
| 14Mn3Ni | OK 86.28 | |
| 14Mn18Cr | OK 86.30 | OK Tubrodur 15.65 |

Aceste materiale corespund celor mai des utilizate oţeluri autentitice manganoase.

## Duritate iniţială mărită

Pentru mărirea durităţii iniţiale a metalului depus manganos şi pentru îmbunătăţirea rezistenţei iniţiale la abraziune se poate utiliza un material de încărcare dură aliat cu crom. Aceasta se poate utiliza şi la piese noi, ca o măsură preventivă.

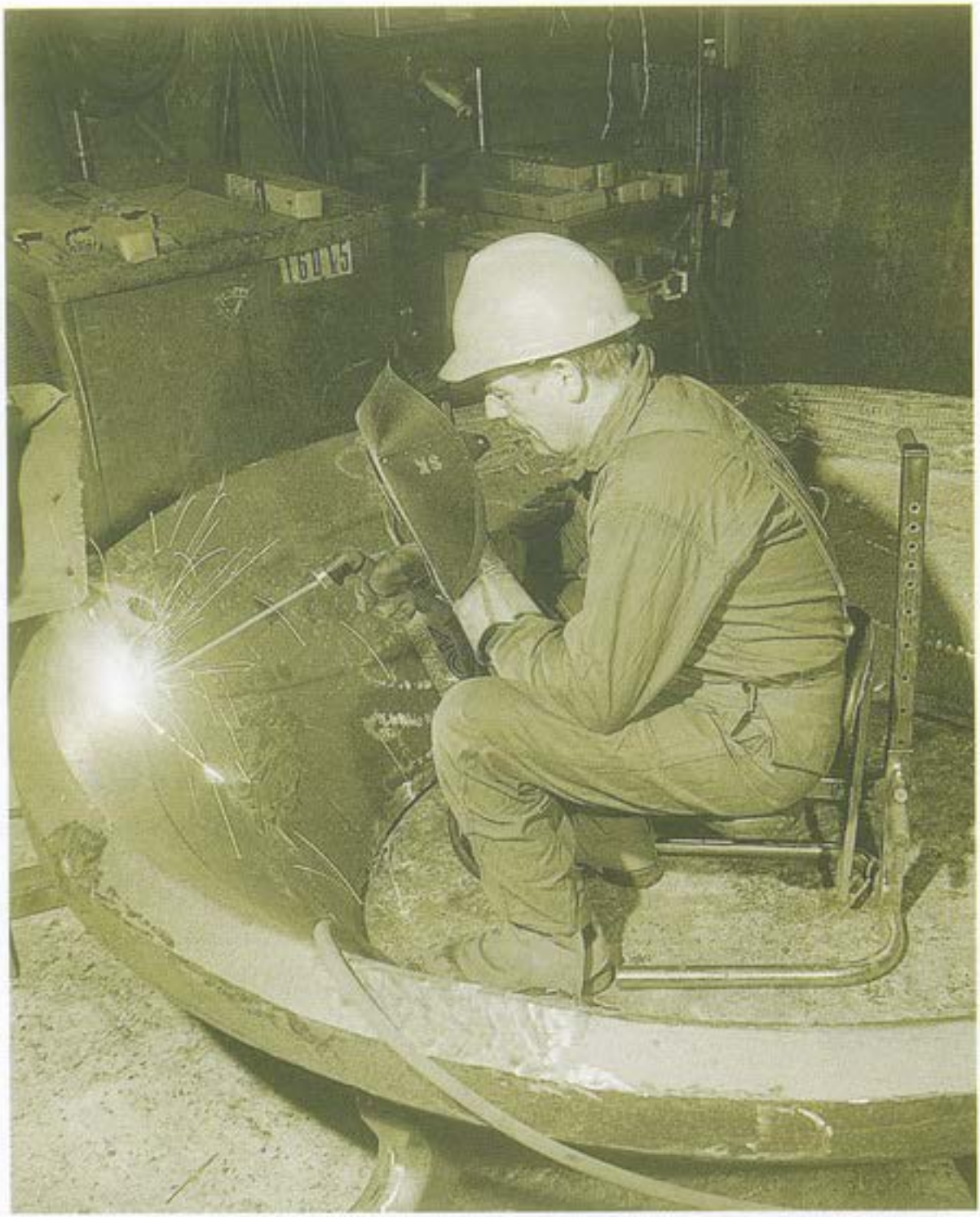
**Materiale de adaos pentru obţinerea uunei durităţi mărite**

| HRC | SMAW | FCAW | GMAW |
|---|---|---|---|
| 55–60 | OK 84.58 | OK Tubrodur 15.52 | OK Autrod 13.91 |

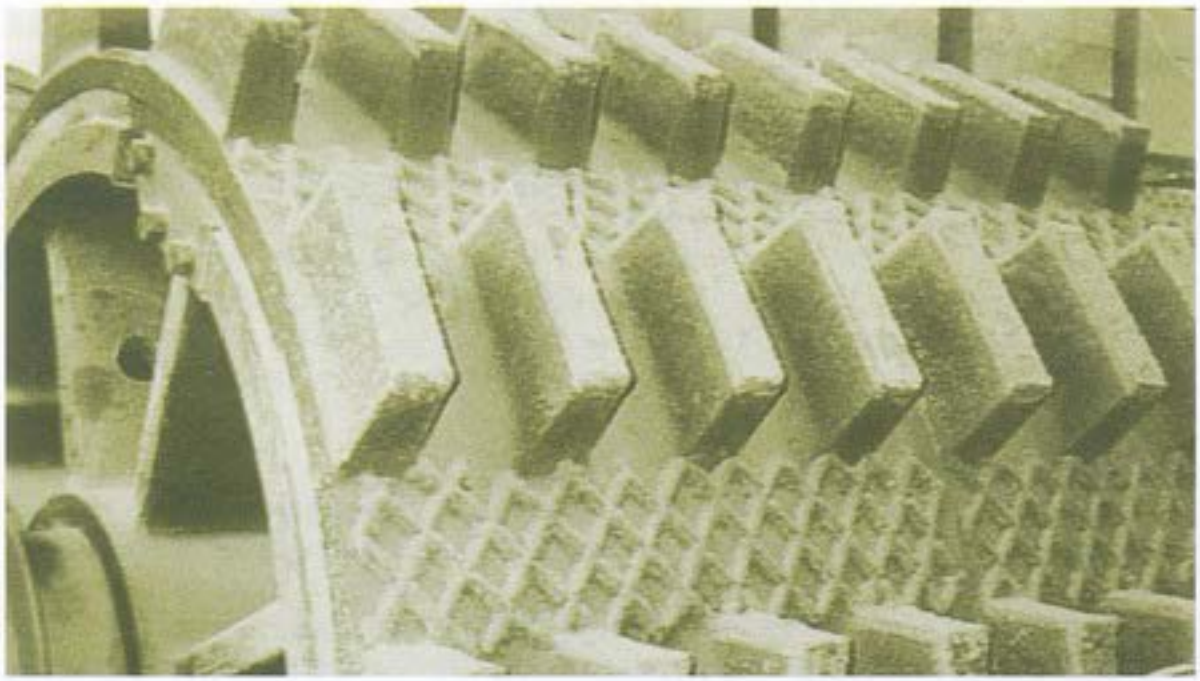
În condiţii de abraziune severă se pot utiliza tipuri de materiale de adaos cu conţinut mare de carburi de crom şi de fier.

| HRC | SMAW | FCAW |
|---|---|---|
| 60–63 | OK 84.78 | OK Tubrodur 14.70 |
| ~62* | OK 84.84 | OK Tubrodur 15.80 |

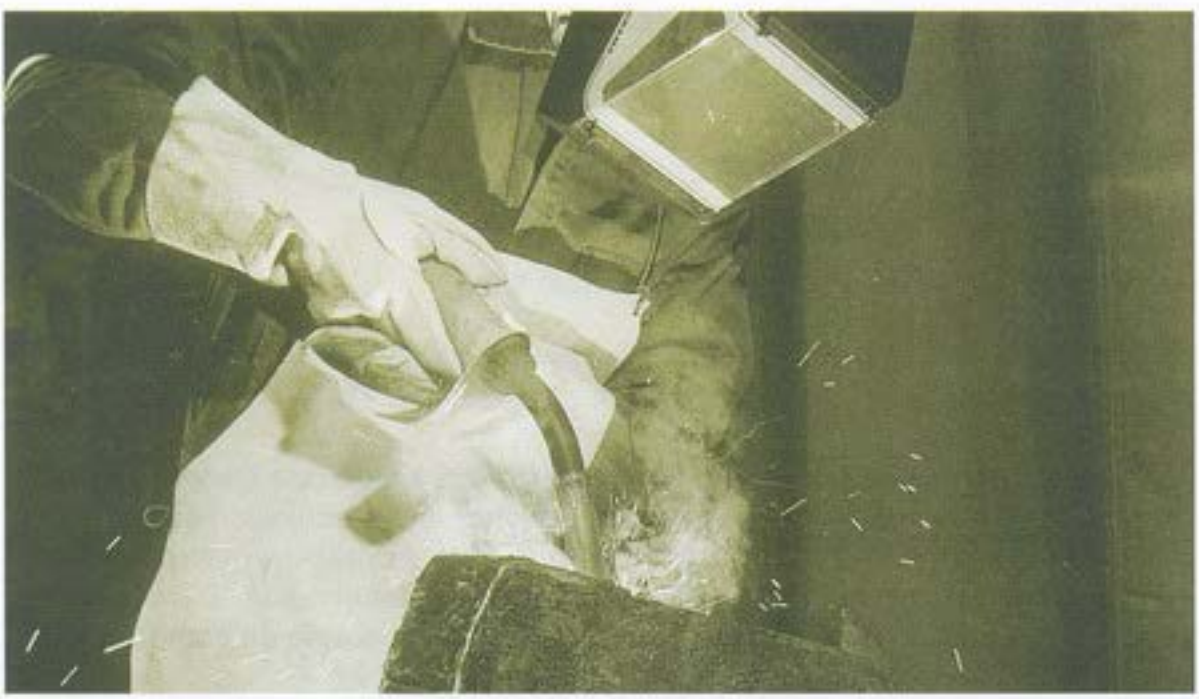
* primul strat



*Repararea concasorului din oţel cu 14% Mn utilizând electrodul OK 86.08*



*Concasor. Dinţii: Stratul tampon OK 86.20,încarcare dură OK 84.78*
*Încărcare după model: OK Tubrodur 14.70*



*Ciocan concasor: OK Tubrodur 15.65*

# Sudarea oţelurilor de scule şi a oţelurilor pentru utilizare la temperaturi înalte

Comparând oţelurile de scule cu cele de construcţie, acestea au un conţinut substanţial mai mare de carbon. Foarte des sunt aliate cu crom, nichel, molibden şi tratate termic în aşa fel încât să se obţină unele proprietăţi specifice cum este ductilitatea, tenacitatea, stabilitatea dimensională etc.

Remedierea prin sudare a pieselor din oţeluri de scule, fără a fi schimbate proprietăţile lor iniţiale poate fi foarte dificilă. Necesită un tratament termic la temperaturi ridicate şi utilizare a materialelor de adaos care să dea metalului depus o compoziţie chimică şi proprietăţi comparabile. Practic este un lucru foarte complicat mai ales din cauza arderii diferitelor elemente de aliere şi a problemelor legate de modificarea dimensiunilor. Necesită de asemenea şi destul de mult timp.

## Sudarea simplificată

Reparaţia prin sudare a sculelor se poate realiza după preîncălzire la 200 - 500 °C (în funcţie de tipul de oţel), sudare la această temperatură, urmată de recoacere. Nu va rezulta o structură complet omogenă şi o duritatea egală în toată secţiunea piesei sudate dar se economisesc costurile pentru fabricarea unei scule noi.

Temperaturile de preîncălzire şi tratamentele termice ulterioare care trebuiesc utilizate se pot găsi în diferite norme de ex. SAE/AISI sau sunt indicate de producătorii oţelurilor de scule.

## Electrozi pentru sudarea oţelurilor de scule

Aceşti electrozi au fost dezvoltaţi pentru fabricarea sculelor compozite şi pentru sudarea de reparare.

### Tipuri principale

| | |
|---|---|
| **OK 84.52** | Oţel martensitic 13 Cr |
| **OK 85.58** | Oţel martensitic cu carburi fine |
| **OK 85.65** | Oţel rapid |
| **OK 93.06** | Aliaj pe bază de cobalt de tip - Co Cr W |
| **OK 92.35** | Aliaj pe bază de nichel de tip - Ni Cr Mo W |

O proprietate foarte importantă a materialelor de adaos este dependenţa durităţii funcţie de temperatură, în special pentru reparaţia sculelor pentru maşini-unelte şi altele care lucrează la temperaturi ridicate. Duritatea materialelor slab aliate scade de obicei foarte repede în zona de temperaturi peste 400 °C, pe când duritatea materialelor de adaos a căror compoziţie se apropie de compoziţia oţelurilor rapide, se păstreză până la cca 600 °C.

# Sudarea oţelurilor de scule şi a oţelurilor pentru utilizare la temperaturi înalte

Scopul primordial al aliajelor pe bază de cobalt este de a rezista la uzură la temperaturi ridicate, unde se cere o duritate mare la cald împreuna cu o bună rezistenţă la oxidare, coroziune şi la formare a arsurilor. Exemplele tipice reprezintă scaunele de supapă, uneltele pentru extrudare, supapele motoarelor cu ardere internă etc.

Aliajele pe bază de cobalt se pot depune prin sudare pe materiale de bază obişnuite, cum sunt oţeluri nealiate sau slab aliate, oţeluri turnate sau inoxidabile.

Deseori, pentru a se evita apariţia de fisuri la depunerea a două sau mai multe straturi, este necesară preîncălzirea materialului de bază

Electrodul OK 93.06 este cunoscut prin rezistenţa sa excelentă la uzură la temperaturi înalte. Metalul depus se utilizează pentru maşini de taiere şi de forfecare care lucrează la temperaturi peste 600 °C. Pentru temperaturi mai scăzute se obţin aceleaşi rezultate sau mai bune şi o rezistenţă superioară utilizând electrozii de tip oţel rapid, cum e de ex. OK 85.65.

OK 92.35 nu este foarte dur dar scăderea durităţii şi a rezistenţei cu temperatura este foarte moderată. Rezistenţa sa depăşeşte 400 MPa şi la temperatura de 800 °C. Aliajul este foarte rezistent la impact, solicitări termice ciclice şi la oxidare.

## Pregătire, sfaturi practice

Ca să se realizeze o temperatură uniformă şi corectă, preîncălzirea ar trebui să fie executată la cuptor. Preîncălzirea se poate executa şi cu arzătoare dar în acest caz este important să se încălzească foarte lent, mai ales uneltele cu formă complexă. De asemenea este necesar să se reducă aportul de căldură la sudare la minim şi să se sudeze pe porţiuni.

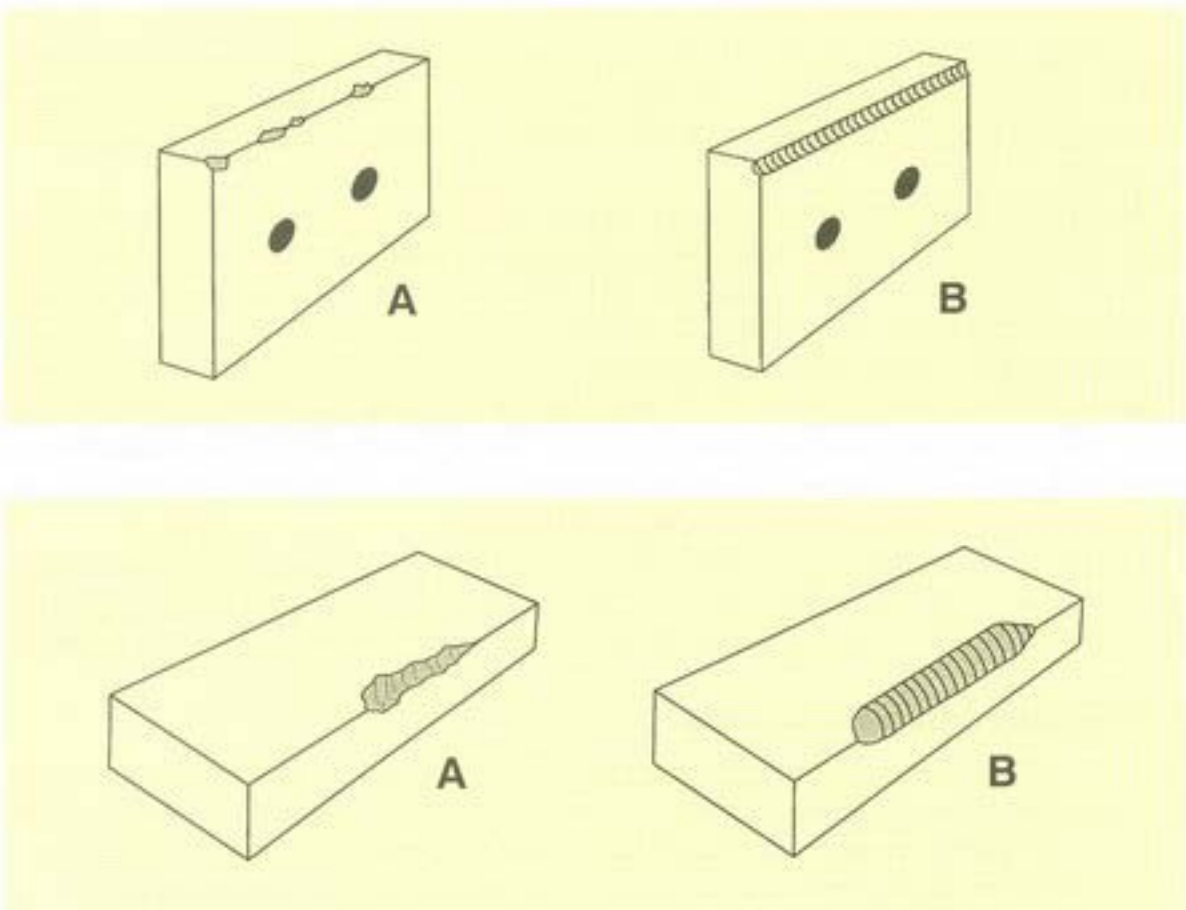
Rosturile se pot pregăti prin polizare. Este necesar să se evite muchiile şi să se asigure raze de racordare suficient de mari.

Pe oţeluri de scule dificil de sudat se recomandă ca întâi să se depună unul sau două straturi tampon, de ex. cu electrozii OK67.45 sau OK 68.52.

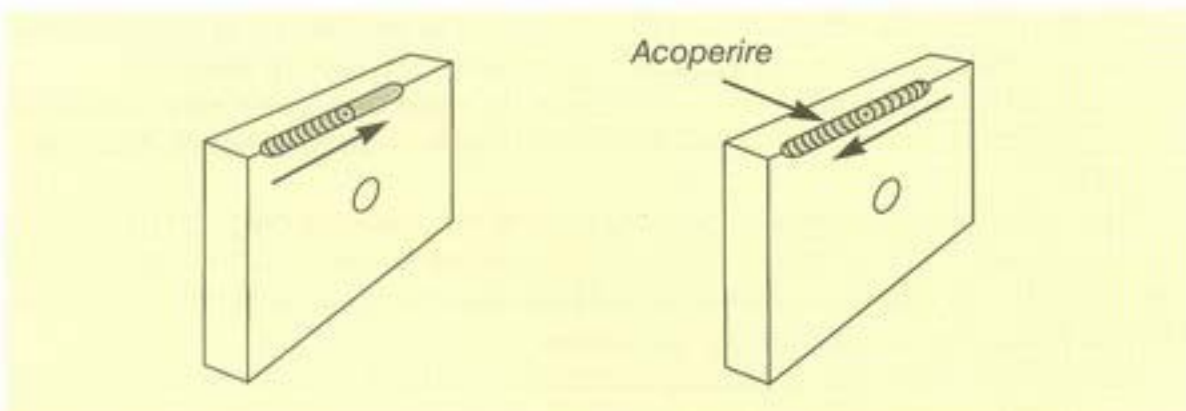
La piese mai puţin critice sau la materiale de scule slab aliate este posibil ca pentru refacerea formei înainte de încărcarea dură să se folosească electrodul OK 83.28.

Toate muchiile şi suprafeţele de lucru şi de tăiere necesită cel puţin două straturi de încărcăre prin sudare cu electrodul din oţel de scule corespunzător. Stratul depus trebuie să aibă o grosime suficientă ca după prelucrarea la forma finală să rămână suficient strat de material dur depus.

Revenirea se face cam la aceeaşi temperatură care s-a utilizat la preîncălzire. Nici temperatura de revenire nici preîncălzirea însă nu trebuie să depăşească temperatura de recoacere.




*Pregătirea pentru o reparaţie parţială: (A) muchia defectă, (B) canelată pentru sudare*




*Tehnică de lucru care împiedică apariţia craterelor şi deteriorarea muchiei tăietoare la reparaţie prin sudare*

# Sudarea oţelurilor de scule şi a oţelurilor pentru utilizare la temperaturi înalte

## Alegerea electrozilor pentru repararea diferitelor scule

| Tipul sculei | Proprietăţi cerute | Material de adaos |
|---|---|---|
| Ştanţe, matriţe şi poansoane pentru lucru la rece | Rezistenţă mecanică, rigiditate, Rezistenţa la şoc Rezistenţa la abraziune | **OK 84.52** |
| Matriţe de turnare Matriţe de extrudare plastice Matriţe de forjare la cald Poansoane la cald | Rezistenţă la cald şi rezistenţă la abraziune şi şoc la temperaturi ridicate | **OK 85.58** |
| Scule pentru extrudare Scule pentru forfecare, tăiere şi forfecare la cald Scule de rabotat Freze | Rezistenţa muchiei de tăiere la temperaturi înalte Rezistenţă mare la impact | **OK 85.65** |
| Ştanţe de forjare Scule pentru extrudare | Tenacitate la solicitări ciclice Rezistenţă la oxidare până la 1000°C | **OK 92.35** |
| Scule de presare Scule pentru ştanţe de retezat şi de separare a pieselor forjate | Rezistenţă mare la şoc. Duritate mare la temperaturi ridicate. Rezistenţă la exfoliere si oxidare. | **OK 93.06** |

# Încărcare prin sudare

## Generalităţi

Cu ajutorul încărcării prin sudare se protejează părţile expuse diferitelor tipuri de uzuri, cu scopul de a se obţine fie rezistenţă la un anumit tip de uzură fie o anumită proprietate specifică.

Cu toate că încărcarea prin sudare se foloseşte la recondiţionarea pieselor uzate în vederea măririi duratei de utilizare, deseori este util ca această tehnologie să fie utilizată şi pentru confecţionarea părţilor noi. Piesa se poate astfel fabrica din material mai ieftin iar proprietăţile necesare suprefeţelor active se realizează încărcând prin sudare cu un material ale cărui proprietăţi se potrivesc necesităţilor respective.

Materialele de sudare se pot aplica practic prin orice procedeu de sudare.

Duritatea sporită nu înseamnă neapărat întotdeauna rezistenţă mai bună la uzură sau o funcţionare mai îndelungată. O serie de aliaje pot avea aproximativ aceeaşi duritate şi în acelaşi timp rezistenţa la uzură să varieze semnificativ

Din experienţă reiese că pentru alegerea celui mai convenabil material pentru încărcare prin sudare trebuie să se cunoască condiţiile la care va funcţiona piesa respectivă.

Pentru ca să se poată alege un material corespunzător unei utilizări concrete sunt necesare următoarele informaţii:

- care sunt factorii de uzură
- care este materialul de bază
- care procedeu de sudare este preferat
- care este aspectul suprafeţei după încărcare

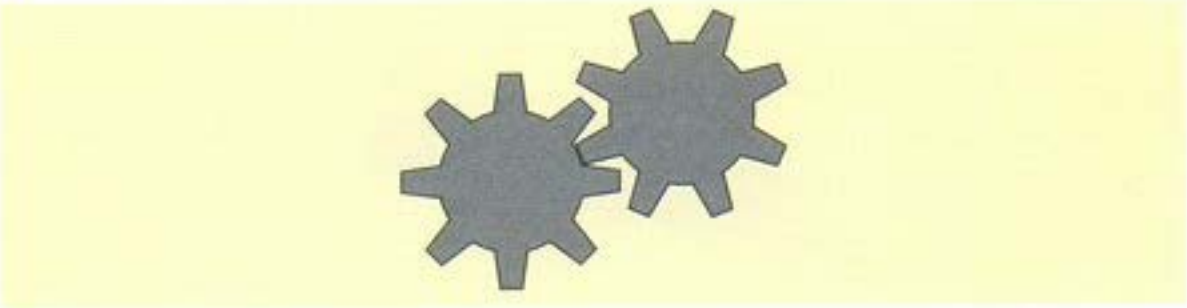
## FACTORI DE UZURĂ

Există numeroşi factori de uzură care acţionează independent sau în diferite combinaţii. Pe această bază trebuie să se identifice şi să se aleagă cu atenţie un material de adaos cu proprietăţi potrivite, care să asigure eficienţa şi siguranţa reparaţiei.

Un aliaj pentru încărcare trebuie ales ca un compromis între diferiţii factori de uzură existenţi. De exemplu când se stabileşte că factorul primar de uzură este abraziunea şi factorul secundar este impactul moderat. Materialul pentru încărcare prin sudare care se alege trebuie să aibă o foarte bună rezistenţă la uzură prin abraziune dar în acelaşi timp şi un bun nivel de rezistenţă la impact.

Pentru simplificarea sistemului de factori de uzură aceştia pot fi clasificaţi în categorii separate cu caracteristici foarte diferite.

## Uzură metal - metal, uzură prin frecare sau alunecare



Este vorbă de uzura pieselor metalice care se rostogolesc sau alunecă una peste alta, cum este de ex. un arbore şi suprafaţa unui lagăr, zalele lanţului pe role, roţile cu lanţuri, rolele laminoarelor.

Pentru acest tip de uzură se potrivesc materiale metalice martensitice pentru încărcări prin sudare. Pot fi folosite de asemenea şi aliaje austenitice manganoase sau aliaje cu cobalt.

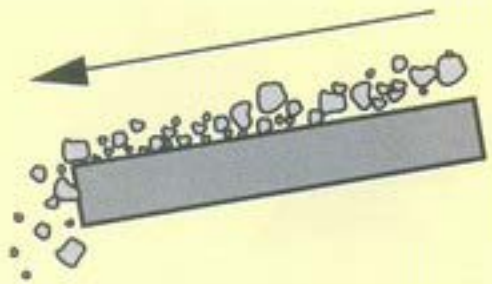
În general contactul între suprafeţele materialelor de aceeaşi duritate au drept consecinţă uzură excesivă. De aceea, pentru suprafeţele părţilor care lucrează în contact reciproc de ex. arbore şi bucşă, este necesar să se aleagă materiale cu duritate diferită.

## Impact

Suprafaţa materialului expusă loviturilor şi/sau presiunilor înalte se deformează sau se se rupe şi chiar sparge. Uzura prin impact se produce şi la concasare şi măcinare împreună cu abraziune cu particule fine. Astfel de condiţii impun existenţa unor suprafeţe tari, rezistente la uzură.

Încărcarea cu oţel austenitic manganos care se ecruisează, rezistă cel mai bine la uzura prin impact. Se formează suprafeţe dure iar materialul de sub ele este tenace. Depunerile cu aliaje martensitice au şi ele o bună rezistenţă la uzură prin impact cu toate că nu sunt atât de bune ca cele austenitice manganoase. Componentele tipice sunt diferite părţi ale concasoarelor, ciocane de concasare, vârfurile inimilor macazurilor feroviare.

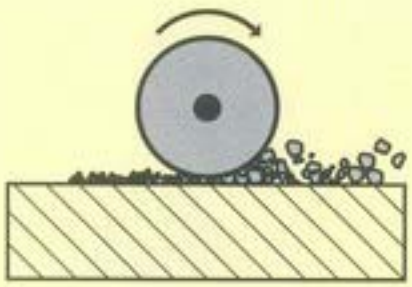
## Abraziunea cu particule minerale fine



Acest tip de uzură este cauzat de particule fine care alunecă sau curg pe suprafaţă metalică cu diferite viteze şi la diferite presiuni. şi astfel erodează suprafaţa materialului, ca şi cum ar fi mici unelte de tăiere. Cu cât aceste particule sunt mai tari şi cu cât au formă mai ascuţită cu atât abraziunea este mai intensivă.

Ne întâlnim cu exemple tipice de uzură abrazivă la lucrări de terasament, foraje, în caz de transport al mineralelor şi la utilaje agricole.

Datorită absenţei uzurii de impact se utilizează cu succes aliajele de oţel cu conţinut ridicat de carbon şi crom, relativ fragile, cu am ar fi aliajele ce conţin carburi.



## Abraziune prin polizare

## Abraziune şi presiune

Acest tip de uzură se produce când particulele mici, abrazive intră între două părţi metalice unde se mărunţesc şi produc un efect similar polizării.

O astfel de uzură este la unele părţi ale morilor, duze ale pulverizatoarelor, ale concasoarelor cu cilindri, malaxoare, şi lame de excavatoare.

Aliajele folosite în aceste cazuri sunt cele austenitice manganoase, cu structuri martensitice şi unele aliaje ce conţin carburi. Aliajele cu carburi conţin de obicei carburi mici şi egal distribuite de titan.

## Uzura la temperaturi înalte
## Căldură, oxidare, coroziune

Metalele expuse temperaturilor înalte timp îndelungat îşi pierd în general durabilitatea, ducând deseori la fisurare în urma oboselii termice. De exemplu la matriţe şi scule pentru forjare şi fasonare a metalelor la cald, ia naştere impactul termic, provocat de eforturi termice ciclice.

La funcţionare în atmosferă oxidantă, se formează pe suprafaţă un strat de oxizi care ulterior din cauza dilatării termice diferite se poate rupe şi tot ciclul de oxidare se repetă.

Oţelurile martensitice cu 5 - 12% Cr sunt foarte rezistente la oboseală termică. Aliajele cromului cu carbonul (carburi de crom) au o excelentă rezistenţă la uzură până la temperaturi de 600 °C.

Pentru funcţionare la temperaturi şi mai ridicate se utilizează aliajele pe bază de nichel sau de cobalt.

Părţile tipic expuse temperaturilor înalte sunt cilindrii utilajelor pentru turnare continuă, matriţe de forjare, unelte pentru extrudare, ştanţare, cleşti de laminor şi utilaje pentru sfărâmarea clincherului.

## MATERIAL DE BAZĂ

Se încarcă prin sudare două grupe de materiale de bază:

- oţeluri carbon sau slab aliate
- oţeluri austenitice manganoase

Practic, pentru a distinge între aceste două grupe de materiale, se poate folosi un magnet.

Oţelurile carbon şi slab aliate se magnetizează puternic. Tipurile autenitice manganoase nu sunt magnetice. După ecruisare însă şi aceste oţeluri devin magnetice.

Recomandările pentru sudarea acestor două grupe sunt cu totul diferite.

Oţelurile carbon şi slab aliate necesită, în funcţie de conţinutul de carbon şi de elemente de aliere, luarea diferitelor măsuri cum ar fi preîncălzirea, tratamentul termic după sudare, răcire lentă etc.

Pe de altă parte, oţelurile austenitice manganoase trebuie să se sudeze fără preîncălzire sau tratament termic după sudare. Temperatura interstrat trebuie să se menţină cât mai jos posibil (<200 °C), deoarece aceste materiale devin fragile prin supraîncălzire.

## PROCEDEE DE SUDARE

Procedeele de sudare cele mai obişnuite pentru încărcarea prin sudare sunt:

**Sudarea cu electrozi înveliţi, SMAW**

Cunoscut şi sub denumirea de sudare manuală cu arc electric (MMA)

- acoperă cea mai mare gamă de metale sudabile
- este ieftin
- este un procedeu de lucru versatil, utilizabil în aer liberi şi în diferite poziţii

**Sudarea cu arc electric, cu sârmă tubulară, FCAW**

- gama de aliaje disponibile, aproape identică cu cea a electrozilor înveliţi
- randament mare de depunere
- se poate utiliza şi în afara atelierului,
- la tipuri cu protecţie proprie nu este necesar gaz de protecţie

**Sudarea sub flux, SAW**

- sortiment redus de materiale de adaos
- randament mare de depunere - se potriveşte pentru sudarea pieselor uzate de mai dimensiuni
- fără stropi sau radiaţii periculoase

## Cerinţe privind prelucrabilitatea suprafeţei

Cerinţele pentru prelucrabilitatea suprafeţei trebuie să se stabilească înainte de alegerea materialului de adaos, deoarece aliajele de încărcare dură variază de la uşor prelucrabile până la neprelucrabile. În plus, multe din materialele depuse înalt aliate, fisurează. De-a lungul cordonului de sudură se formează fisuri fine prin care se destind şi se înlătură tensiunile care acţionează asupra materialului de bază.

De aceea, înainte de alegerea aliajului de adaos, trebuie să se răspundă la următoarele întrebări:

- Este necesară după sudare o prelucrare prin aşchiere sau este suficientă polizarea?
- Este admisibilă existenţa unor mici fisuri după sudare?

Ca o regulă aproximativă se poate considera că metalul de sudare cu o duritate de <40 HRC se poate prelucra. Materialele cu duritate > 40 HRC se pot prelucra însă doar prin rectificare.

Fisurarea superficială de multe ori nu deranjează din punct de vedere al funcţionării încărcării dure şi nu produce exfolierea stratului depus. Dacă însă piesa este solicitată la impact sau la îndoire este util să se utilizeze un strat tampon ductil care să împiedice propagarea fisurilor în materialul de bază.

Pericolul de fisurare este mai redus când se foloseşte un curent de sudare mai mic şi viteza de sudare este mare.

## TIPURI DE MATERIALE PENTRU ÎNCĂRCARE PRIN SUDARE

Materialele pentru încărcare prin sudare se pot împărţi în grupuri, în funcţie de proprietăţile lor caracteristice şi rezistenţa la uzură.

Aceste grupuri sunt în funcţie de compoziţie:

**Pe bază de fier:**
- aliaje martensitice
- aliaje austenitice
- aliaje cu conţinut bogat în carburi

**Aliaje neferoase:**
- aliaje pe bază de cobalt
- aliaje pe bază de nichel

Proprietăţile lor faţă de uzură:

**Martensitice:**
Aceste tipuri se utilizează pentru refacerea formei şi ca încărcări dure:
- rezistenţă bună la uzură metal - metal
- rezistenţă bună la impact
- rezistenţă acceptabilă la abraziune

**Austenitice:**
- rezistenţă excelentă la impact
- bune pentru strat tampon şi intermediare
- rezistenţă acceptabilă la abraziune

**Cu conţinut de carburi:**
- rezistenţă excelentă la abraziune
- rezistenţă bună la temperatură
- rezistenţă acceptabilă la coroziune
- rezistenţă redusă la impact

**Aliaje pe bază de cobalt şi de nichel**

Aceste aliaje rezistă la majoritatea tipurilor de uzură. Din cauza preţului mare se folosesc numai în cazurile când proprietăţile lor sunt justificate economic, cum sunt aplicaţii pentru temperaturi înalte, când aliajele pe bază de fier cu un conţinut de carburi nu au rezistenţă suficientă. Aliajele cu nichel reprezintă o alternativă ceva mai ieftină.

## Clasificarea materialelor de adaos pentru încărcare prin sudare conform DIN 8555 T1(1983)

DIN 8555 | E | 8 | UM | 200 | KP

**Procedeu de sudare**

| | |
|---|---|
| G | sudare cu flacără de gaze |
| E | sudare manuală cu arc electric |
| MF | sudare în atmosferă protectoare cu sârmă tubulară |
| TIG | sudare TIG |
| MSG | sudare MIG/MAG |
| UP | sudare sub flux |

**Metodă de producţie**

| | |
|---|---|
| GW | laminate |
| GO | turnate |
| GZ | trase |
| GS | pulbere metalică |
| GF | umplute |
| UM | învelite |

| Grupă de aliaj | Tip de mater. de adaos sau metal de sudat |
|---|---|
| 1 | Nealiat până 0,4 C sau slab aliat până 0,4 C şi până la maxim 5% conţinut total de Cr, Mn, Mo, Ni |
| 2 | Nealiat peste 0,4 C sau slab aliat peste 0,4 C şi până la maxim 5% conţinut total de Cr, Mn, Mo, Ni |
| 3 | Aliat, cu proprietăţi de oţeluri rapide pentru lucru la temperaturi ridicate |
| 4 | Aliat, cu proprietăţi de oţeluri rapide |
| 5 | Aliat cu mai mult de 5% Cr, cu conţinut scăzut de C (până cca 0,2%) |
| 6 | Aliat cu mai mult de 5% Cr, cu conţinut scăzut de C (până cca 0,2 2,0%). |
| 7 | Austenitice manganoase, cu 11 până 18% Mn, mai mult de 0,5%C şi până 3%Ni. |
| 8 | Cr-Ni-Mn austenitice |
| 9 | Oţeluri Cr-Ni (rezistente la rugină, acizi şi temperatură) |
| 10 | Cu conţinut mare de C şi Cr şi fără adaosuri suplimentare de carburi. |
| 20 | Pe bază de Co, aliate Cr şi W, cu sau fără conţinut de Ni şi Mo |
| 21 | Pe bază de carburi (aliaj dur, turnat sau înglobat în miez) |
| 22 | Pe bază de Ni, aliate cu Cr sau Cr-B. |
| 23 | Pe bază de Ni, aliate cu Mo, cu sau fără Cr |
| 30 | Pe bază de Cu aliate cu Sn |
| 31 | Pe bază de Cu aliate cu Al |
| 32 | Pe bază de Cu aliate cu Ni. |

| Nivel de duritate | Interval de duritate | | |
|---|---|---|---|
| 150 | 125≤ | HB | ≤175 |
| 200 | 175≤ | HB | ≤225 |
| 250 | 225≤ | HB | ≤275 |
| 300 | 275≤ | HB | ≤325 |
| 350 | 325≤ | HB | ≤375 |
| 400 | 375≤ | HB | ≤450 |
| 40 | 37≤ | HRC | ≤42 |
| 45 | 42≤ | HRC | ≤47 |
| 50 | 47≤ | HRC | ≤52 |
| 55 | 52≤ | HRC | ≤57 |
| 60 | 57≤ | HRC | ≤62 |
| 65 | 62≤ | HRC | ≤67 |
| 70 | | HRC | >67 |

**Proprietăţile metalului de sudură**

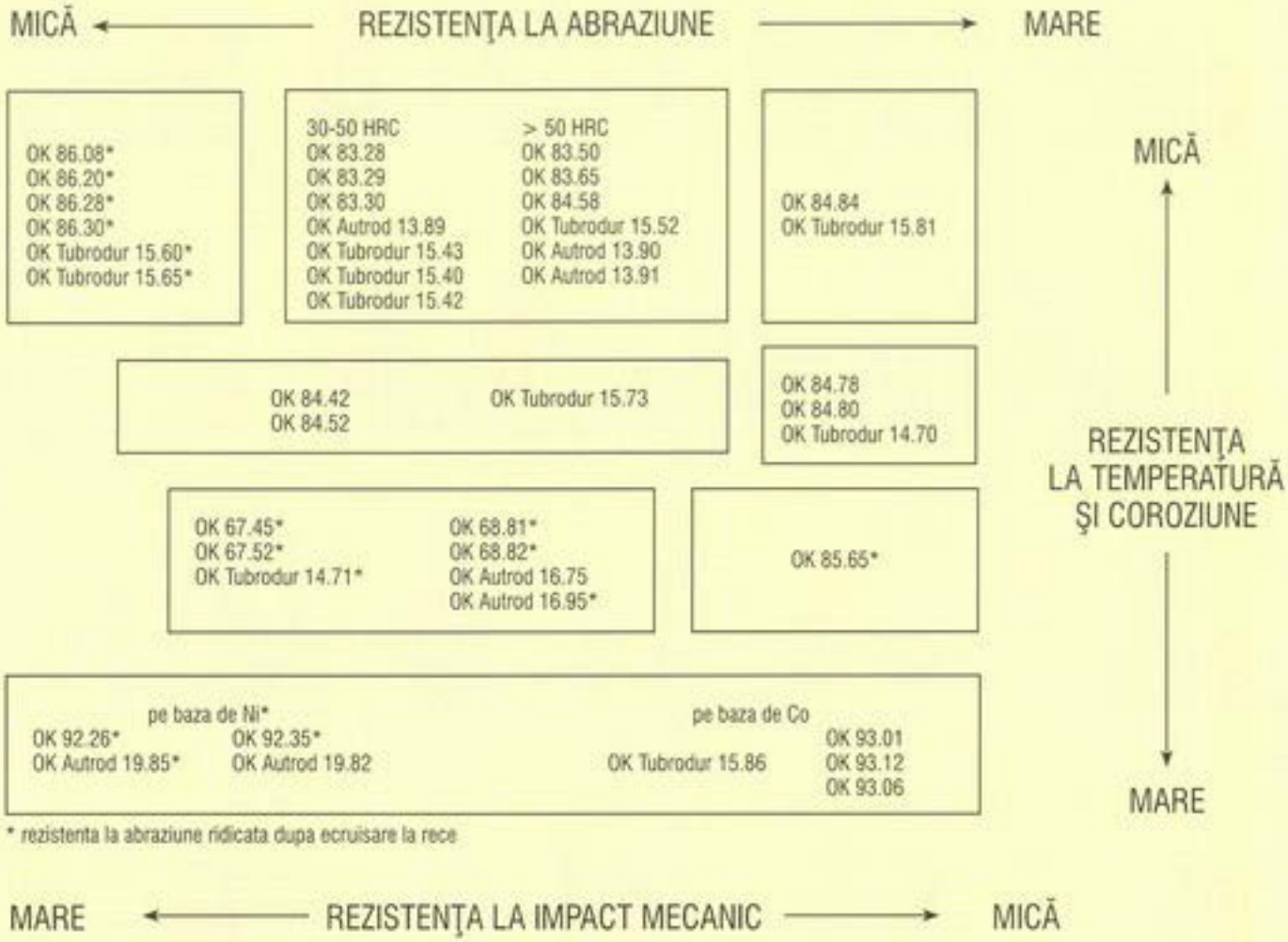
C = rezistent la coroziune
G = rezistent la abraziune
K = capabil de întărire prin deformare
N = nemagnetic
P = rezistent la lovituri
R = rezistent la ruginire
S = pentru scule de tăiere (oţeluri rapide etc.)
T = rezistenţă la temper. înalte precum oţeluri de scule pentru tempr. înalte
Z = refractare, adică destinate pentru lucrări temper. de peste 600 °C

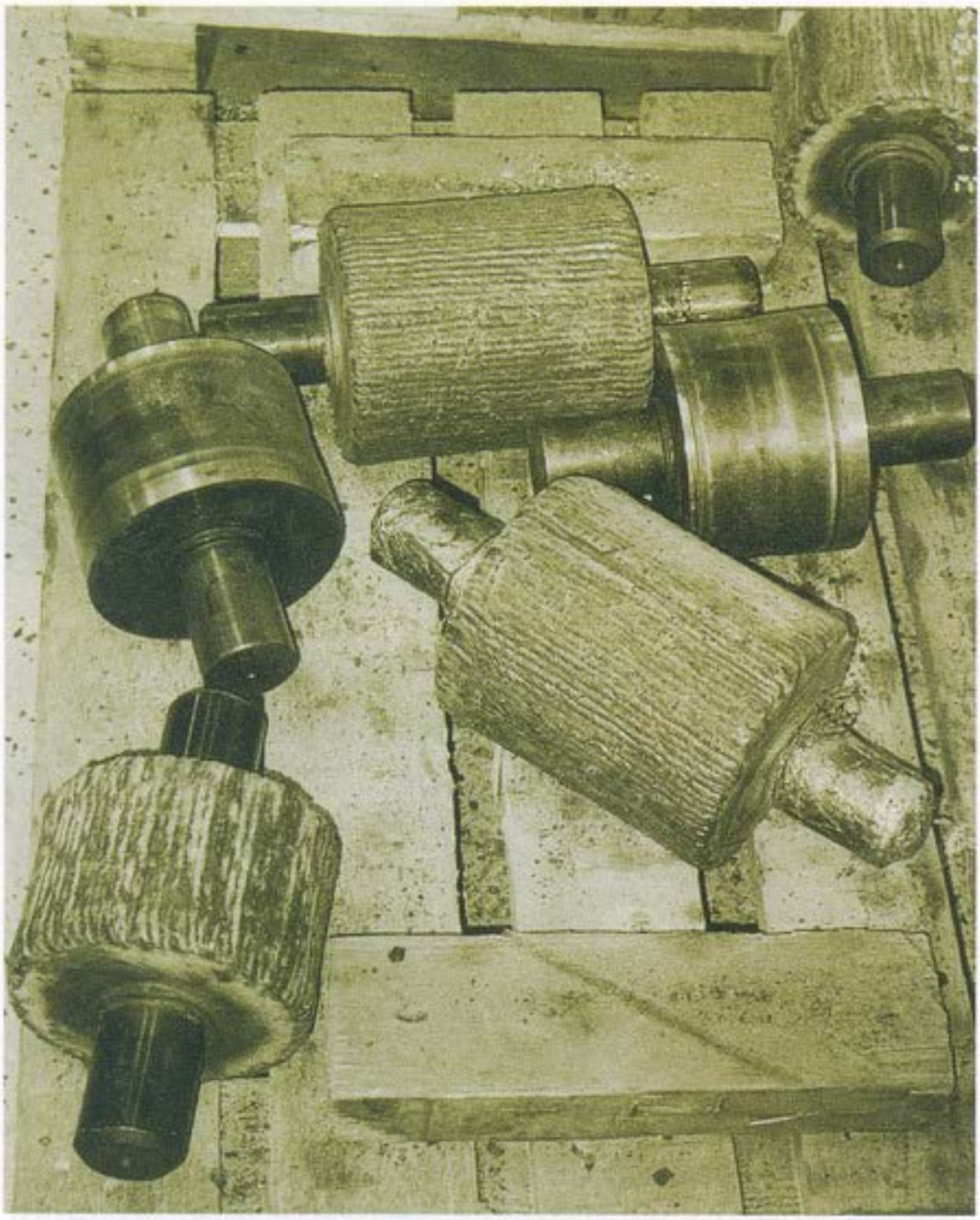
## Materiale de adaos pentru încărcare dură produse ESAB

Materialele sunt împărţite în grupuri, după caracteristicile lor şi în funcţie de tipurile specifice de uzură.

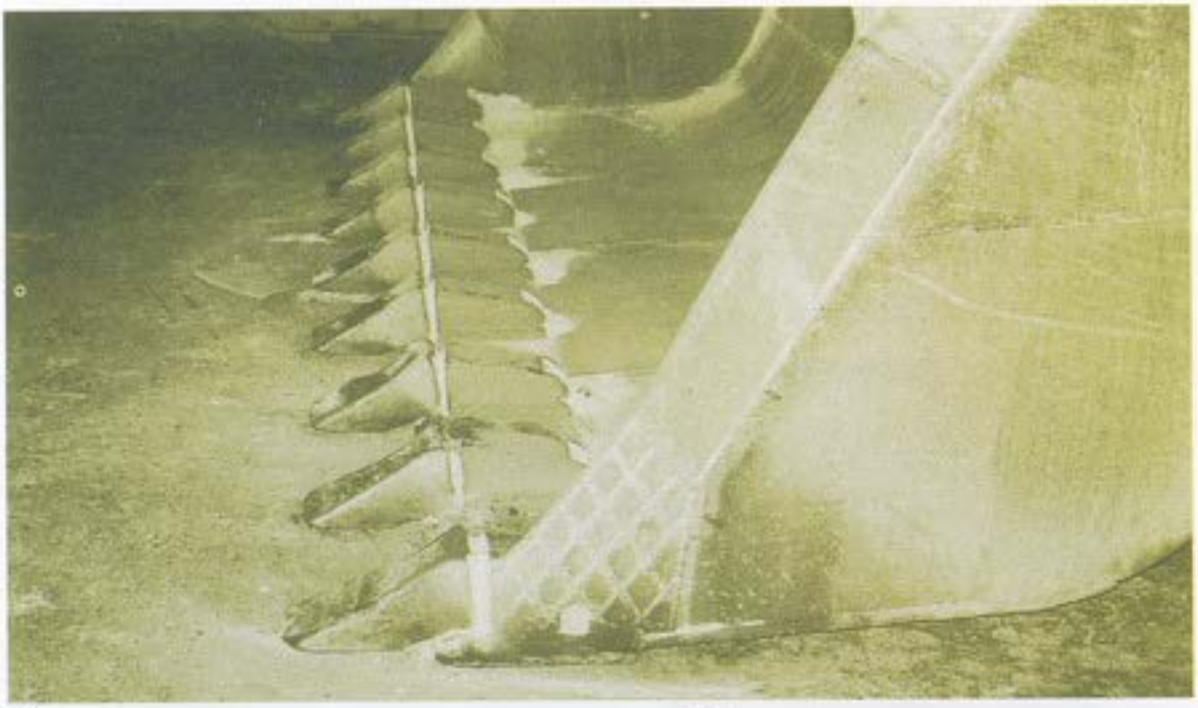
| Tip de uzură | Tip de aliaj | Produs | DIN 8555 |
|---|---|---|---|
| Metal - metal | slab aliate, cu carbon scăzut, pentru refacerea formei | OK 83.27 | E1-UM-350 |
| | | OK 83.28 | E1-UM-300 |
| | | OK 83.29 | E1-UM-300 |
| | | OK 83.30 | E1-UM-350 |
| | | OK Tubrodur 15.39 | MF1-GF-300P |
| | | OK Tubrodur 15.40* | MF1-GF-350P |
| | | OK Tubrodur 15.41 | MF1-GF-300P |
| | | OK Tubrodur 15.42* | |
| | | OK Tubrodur 15.43 | |
| | | OK Autrod 13.89 | MSG2-GZ-350-P |
| Metal - metal coroziune | 13% martensitice cu crom | OK 84.42 | E5-UM-45-R |
| | | OK 84.52 | E6-UM-55-GR |
| | | OK Tubrodur 15.73* | MF5-GF-45-RTZ |
| | | OK Autrod 13.89 | MSG-2-GZ-C-350 |
| Impact | 14% cu mangan | OK 86.08 | E7-UM-200-KP |
| | | OK 86.20 | E7-UM-200-KP |
| | | OK 86.28 | E7-UM-200-KP |
| | | OK 86.30 | E7-UM-200-KP |
| | | OK Tubrodur 15.60 | |
| | | OK Tubrodur 15.65* | MF8-GF-200-GKPR |
| Abraziune şi presiune | Carburi complexe | OK 83.53 | EG-UM-60 |
| | | OK 84.84 | E10-UM-60-GP |
| Abraziune cu particule minerale fine | Carburi de crom | OK 84.78 | E10-UM-60GZ |
| | | OK 84.80 | |
| | | OK Tubrodur 14.70 | MF10-GF-55-GPTZ |
| | | OK Tubrodur 15.81 | |
| | | OK Tubrodur 15.82 | MF10-GF-65-GTZ |
| Abraziune şi impact | Slab aliate, bogate în carbon, martensitice | OK 83.50 | E6-UM-55 |
| | | OK 83.65 | E4-UM-60-GZ |
| | | OK Tubrodur 15.50 | |
| | | OK Tubrodur 15.52* | |
| | | OK Autrod 13.90 | MSG-2-GZ-C-50G |
| | | OK Autrod 13.91 | MSG-6-GZ-C-60G |
| | 10% crom martensitice, bogate în carbon | OK 84.58 | E6-UM-55-G |
| Temperatură, oxidare, coroziune | Oţeluri de scule | OK 85.58 | E3-UM-50-ST |
| | | OK 85.65 | E4-UM-60-ST |
| | | OK 92.35 | E23-200-CKT |
| | | OK Tubrodur 15.84 | MF3-50-ST |
| | Aliaje cu cobalt | OK 93.01 | E20-55-CTZ |
| | | OK 93.06 | E20-40-CTZ |
| | | OK 93.07 | E20-300-CTZ |
| | | OK 93.12 | E20-50-CTZ |
| | | OK Tubrodur 15.86 | MF20-GF-40-CTZ |

* Se foloseşte şi pentru sudare sub strat de flux


MICĂ
REZISTENŢA LA ABRAZIUNE
MARE
OK 86.08*
OK 86.20*
OK 86.28*
OK 86.30*
OK Tubrodur 15.60*
OK Tubrodur 15.65*
30-50 HRC
OK 83.28
OK 83.29
OK 83.30
OK Autrod 13.89
OK Tubrodur 15.43
OK Tubrodur 15.40
OK Tubrodur 15.42
> 50 HRC
OK 83.50
OK 83.65
OK 84.58
OK Tubrodur 15.52
OK Autrod 13.90
OK Autrod 13.91
OK 84.84
OK Tubrodur 15.81
MICĂ
OK 84.42
OK 84.52
OK Tubrodur 15.73
OK 84.78
OK 84.80
OK Tubrodur 14.70
REZISTENŢA
LA TEMPERATURĂ
ŞI COROZIUNE
OK 67.45*
OK 67.52*
OK Tubrodur 14.71*
OK 68.81*
OK 68.82*
OK Autrod 16.75
OK Autrod 16.95*
OK 85.65*
pe baza de Ni*
OK 92.26*
OK Autrod 19.85*
OK 92.35*
OK Autrod 19.82
pe baza de Co
OK Tubrodur 15.86
OK 93.01
OK 93.12
OK 93.06
MARE
* rezistenta la abraziune ridicata dupa ecruisare la rece
MARE
REZISTENŢA LA IMPACT MECANIC
MICĂ



*Încărcarea prin sudare a rolelor suport cu electrozi OK 84.52 şi OK 93.06*



*Încărcarea preventivă prin sudare cu electrozii OK 84.58*

*Încărcarea prin sudare a rolei de întindere cu electrodul OK 84.84. Refacerea formei cu ajutorul OK 83.28*

# Exemple ilustrate de aplicare
# Indexul aplicaţiilor

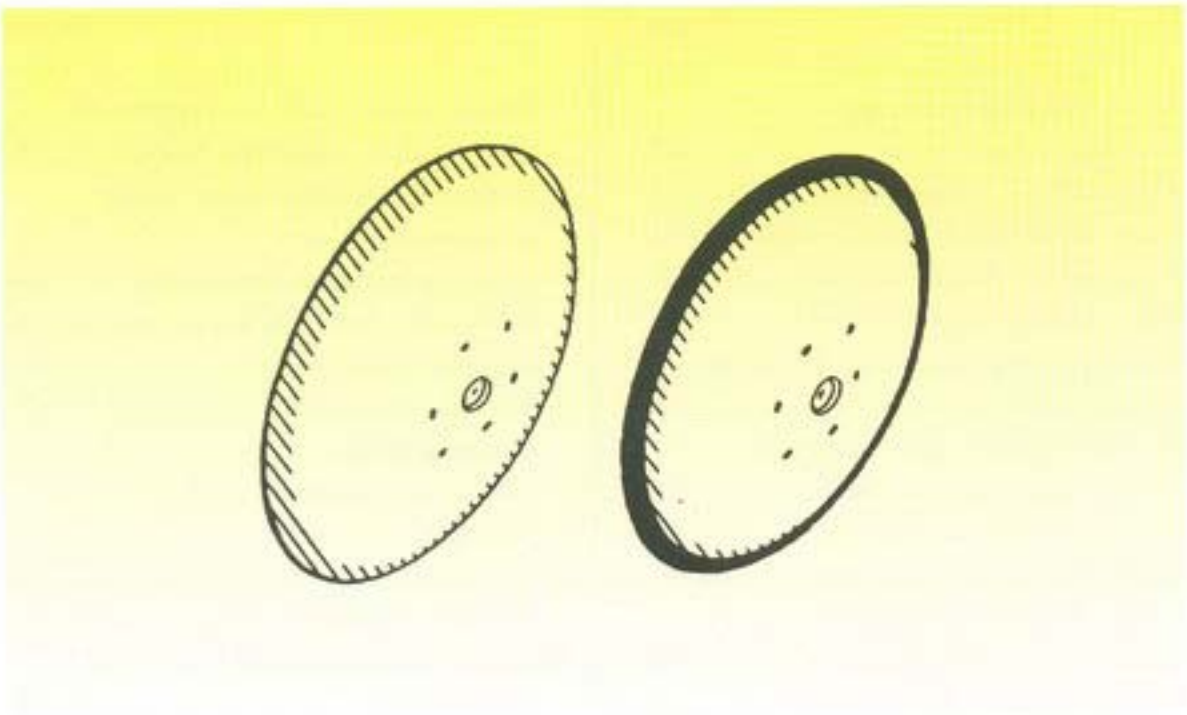

Pagina

Agricultură - discurile grapei cu discuri ..... 52
Agricultură - brăzdare ale plugurilor .... 53
Piese turnate din aluminiu - reparaţii ... 54
Palete pentru mixere de asfalt ..... 55
Palete şi cuţite pentru mixere şi prese pentru fabricarea cărămizilor şi a cimentului..... 56
Piese turnate din oţel - repararea fisurilor, găuri sau alte defecte..... 57
Unelte de tăiere şi forfecare cuţite pentru forfecare la rece..... 58
Unelte de tăiere şi forfecare cuţite pentru forfecare la rece za tepla .... 59
Matriţe de tăiere, de extrudare, perforatoare de tablă, etc..... 60
Conurile concasoarelor..... 61
Roţi de macara..... 62
Concasoare (ciocane)..... 63
Lame pentru dragline, racloare şi buldozere, utilaje pentru tasare ..... 64
Cupele de dragă (draglină)..... 65
Sape de foraj..... 66
Blocuri-motoare din fontă ..... 67
Melci de maşini de extrudat pentru mase plastice şi cauciuc..... 68
Melci transportori (şnecuri) pentru prese de cărămidărie ..... 69
Craiţuire - tăiere - perforare..... 70
Scule pentru lucru la cald - cleşti ..... 71
Fontă cenuşie - defecte de turnare ..... 72
Ciocane pentru sfărâmare şi măcinare ..... 73
Role suport ale benzilor rulante..... 74

Pagina

Batiuri, carcase, tălpi de motoare din fontă cenuşie - repararea fisurilor..... 75
Scule din oţeluri slab aliate, ştanţe pentru metal ..... 76
Freze pentru oţel şi alte metale ..... 77
Malaxoare - Industria alimentară ..... 78
Sfredele, foreze, sape ..... 79
Şine de cale ferată - sudarea şinelor..... 80
Cale ferată - repararea şinelor prin încărcare cu sudură ..... 81
Dinţi pentru pluguri (tractoare, buldozere, etc)..... 82
Concasoare cu valţuri, reparare valţuri..... 83
Lame pentru cupe de excavator, brăzdarele screperelor ..... 84
Arbori ..... 85
Dinţi - Tip de uzură: impact..... 86
Dinţii - Tip de uzură: abraziune - eroziune (nisip) ..... 87
Dinţi - înlocuirea vârfurilor ..... 88
Suporturi de dinţi..... 89
Şenile ..... 90
Role de şenilă..... 91
Scaune de supape sau ventile, sertare pentru vane, etc. ..... 92
Role şi lagăre de la cuptoarelor rotative ..... 93
Straturile dure depuse cu fluxuri de aliere ..... 94
Turbine hidraulice..... 95
Roţi de defibrare..... 96
Cilindrii pentru turnare continuă ..... 97

# Agricultură
# - discurile grapei cu discuri



## Procedeu de lucru recomandat

Încărcarea prin sudare se face pe partea concavă a discului şi dacă este necesar, se polizează profilul pe partea convexă.

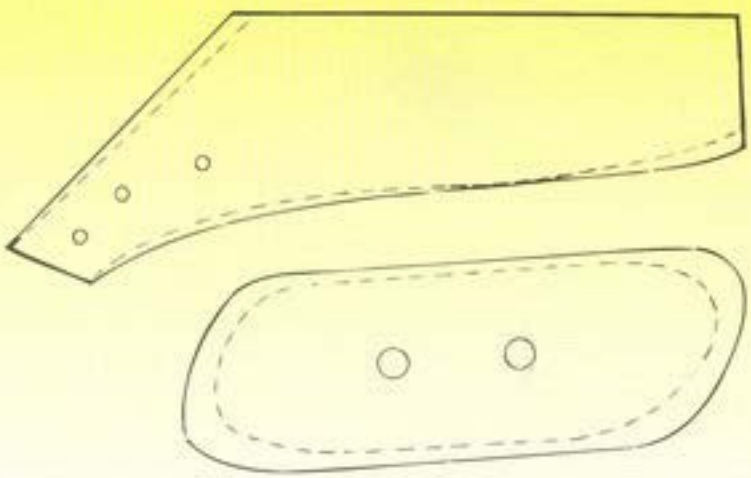
Deoarece discurile pot fi din material călibil, recomandăm să se preîncălzească la 350 - 400 °C. Partea convexă a discului se curăţă prin polizare şi se încarcă prin sudare în lăţimea aproximativ de 20 - 30 mm de la muchie cu electrozii OK 84.78, OK 83.50, OK 83.53 sau ok 83.65. Încărcare se începe de la muchie înspre interior.

Cordoanele depuse trebuie să fie cât se poate de subţiri şi netede. Se răceşte încet.

## Materiale de adaos

OK 84.78 pentru condiţii uscate- umede
OK 84.58 pentru condiţii uscate- umede
OK 83.65 pentru condiţii uscate
OK 83.50 pentru condiţii uscate
OK 83.53 pentru condiţii uscate- umede

# Agricultură
# - brăzdare ale plugurilor




## Procedeu de lucru recomandat

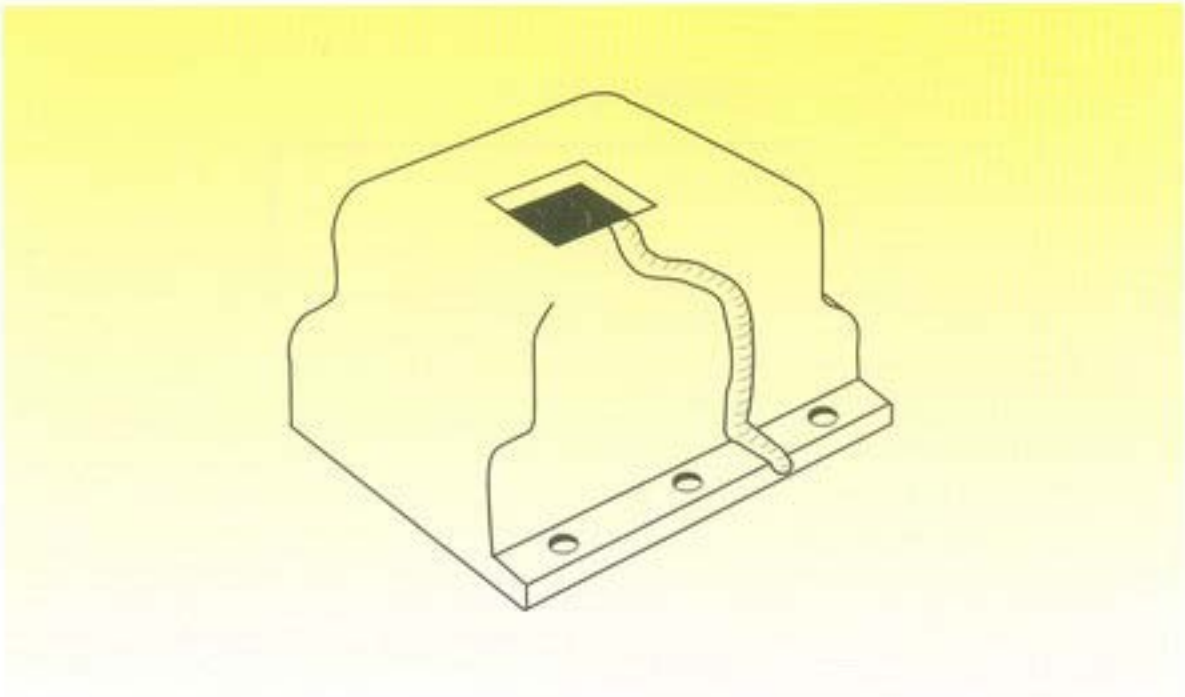
Brăzdarele plugurilor se uzează mai ales în locurile care sunt marcate cu linii întrerupte în figură.

Practica însă a arătat că există diferenţe mari în uzură, funcţie de diferitele tipuri de soluri şi de asemenea la faptul că depinde foarte mult şi de umiditatea solului. Alegerea celui mai bun material de adaos poate face obiectul unor probe.

## Materiale de adaos

OK 84.78 pentru condiţii uscate- umede
OK 84.58 pentru condiţii uscate- umede
OK 83.65 pentru condiţii uscate
OK 83.50 pentru condiţii uscate
OK 83.53 pentru condiţii uscate- umede

# Piese turnate din aluminiu - reparaţii



## Procedeu de lucru recomandat

Se polizează zonele cu defecte, pentru a se obţine suprafeţe curate şi netede.

Se vor folosi numai electrozi uscaţi.

Preîncălzirea secţiunilor groase simplifică încărcare prin sudare şi apoi se pot folosi curenţi de sudare mai reduşi.

Secţiunile complexe trebuie preîncălzite la 100-150 °C.

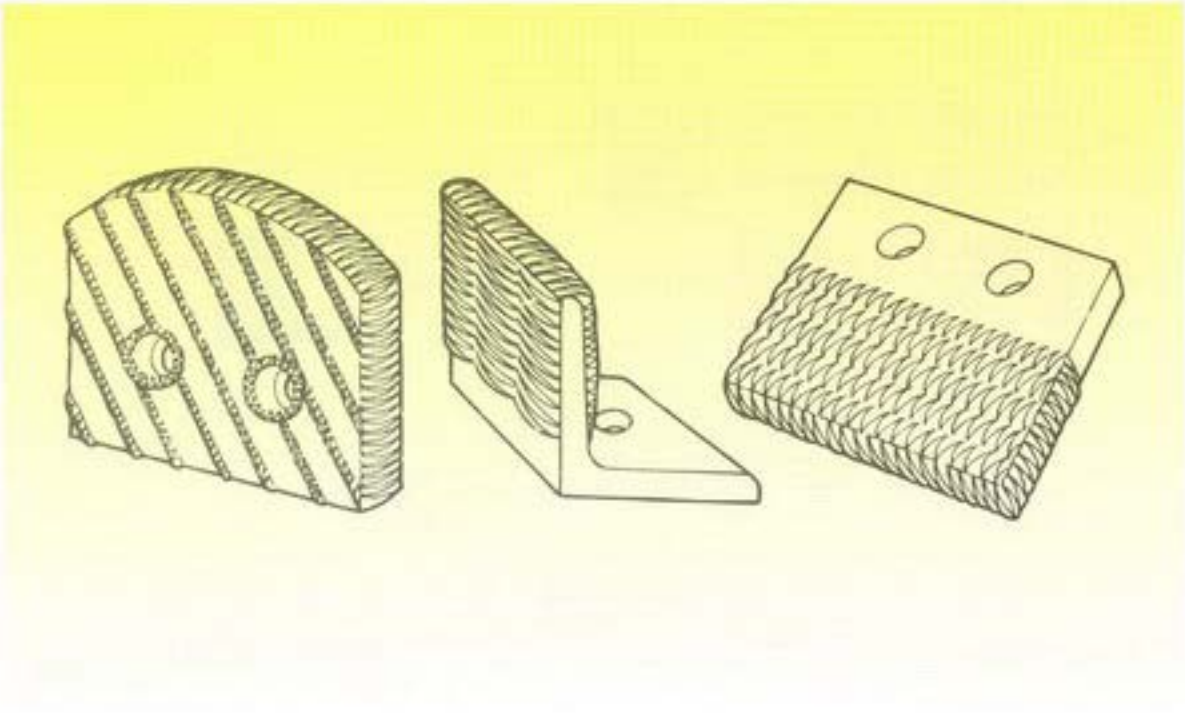
Pentru încărcarea prin sudare se folosesc electrozii OK 96.50, se sudează în rânduri trase. Dacă este posibil îmbinările trebuie realizate dintr-o singură trecere. Dacă sunt necesare mai multe treceri, atunci trebuie ca înainte de a se aplica stratul următor să se îndepărteze toată zgura.

## Materiale de adaos

OK 96.50

OK Autrod 18.05

# Palete pentru mixere de asfalt



## Procedeu de lucru recomandat

Înainte de încărcarea prin sudare îndepărtaţi defectele prin craiţuire cu OK 21.03 sau prin polizare. Muchiile de atac se încarcă prin sudură du electrozi de tip OK 84.84 sau OK 84.78, sau cu sârma tubulară OK Tubrodur 14.70.

Cu OK 84.84 se obţine duritatea maximă de la primul strat. Electrodul OK 84.84 ar trebui să se utilizeze de preferinţă pentru încărcarea prin sudare după un model de grilă sau caroiaj şi puncte pe când celelalte materiale se pot utiliza pentru protejarea întregii suprafeţe.

Straturile depuse cu materiale OK 84.78 şi OK Tubrodur 14.70 pot conţine fisuri, dar aceasta nu influenţează rezistenţa lor la uzură prin abraziune.

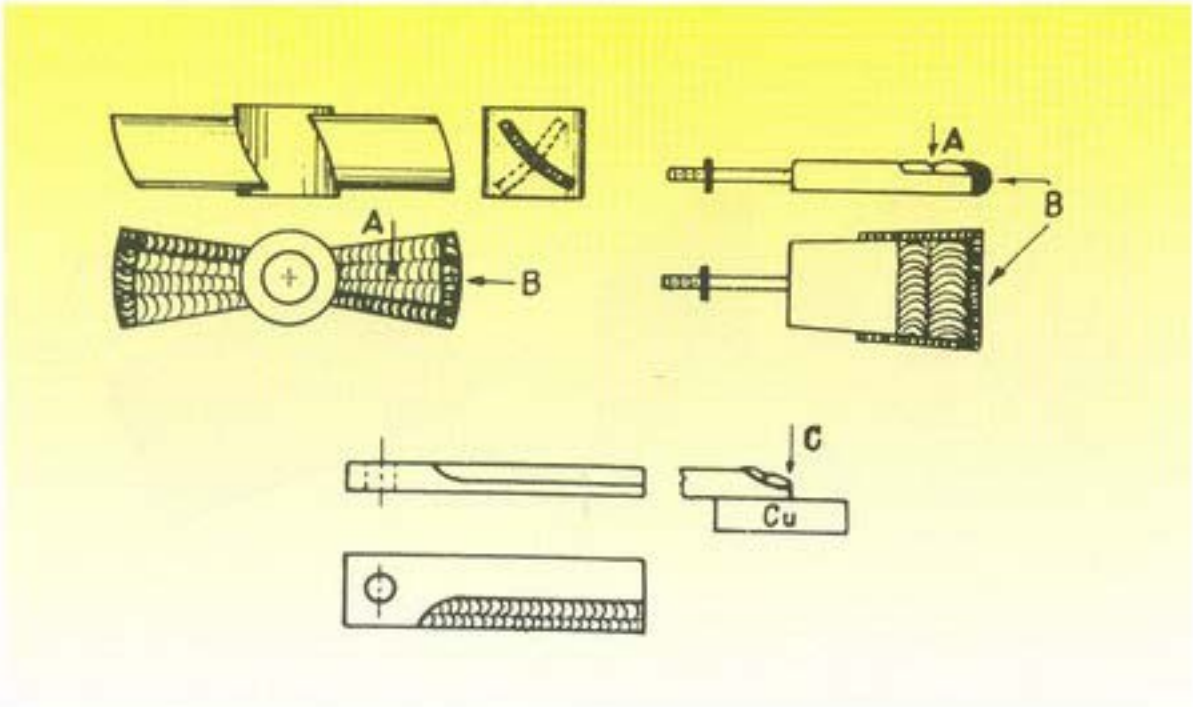
Muchiile şi colţurile se pot reface cu ajutorul unor plăci din cupru de sprijin pentru baia de sudură.

Metalul depus prin sudare se poate prelucra numai prin polizare.

## Materiale de adaos

| | |
|---|---|
| Craiţuire | OK 21.03 |
| Bavuri dure | OK 84.84, OK 84.78, OK Tubrodur 14.70 |

# Palete şi cuţite pentru mixere şi prese pentru fabricarea cărămizilor şi a cimentului




## Procedeu de lucru recomandat

Tot materialul cu defecte sau metalul de sudură depus anterior se va îndepărta prin polizare.

Dacă muchiile sunt foarte subţiri se poate folosi pentru susţinerea băii de sudură o placă din cupru (C). Dacă este necesar, încărcare se poate poliza uşor la final.

Piesele se încarcă prin sudare cu următoarele materiale:

OK 84.78 sau OK Tubrodur 14.07 (A)

OK 84.84 se depune pe muchii, numai în rânduri trase (B).

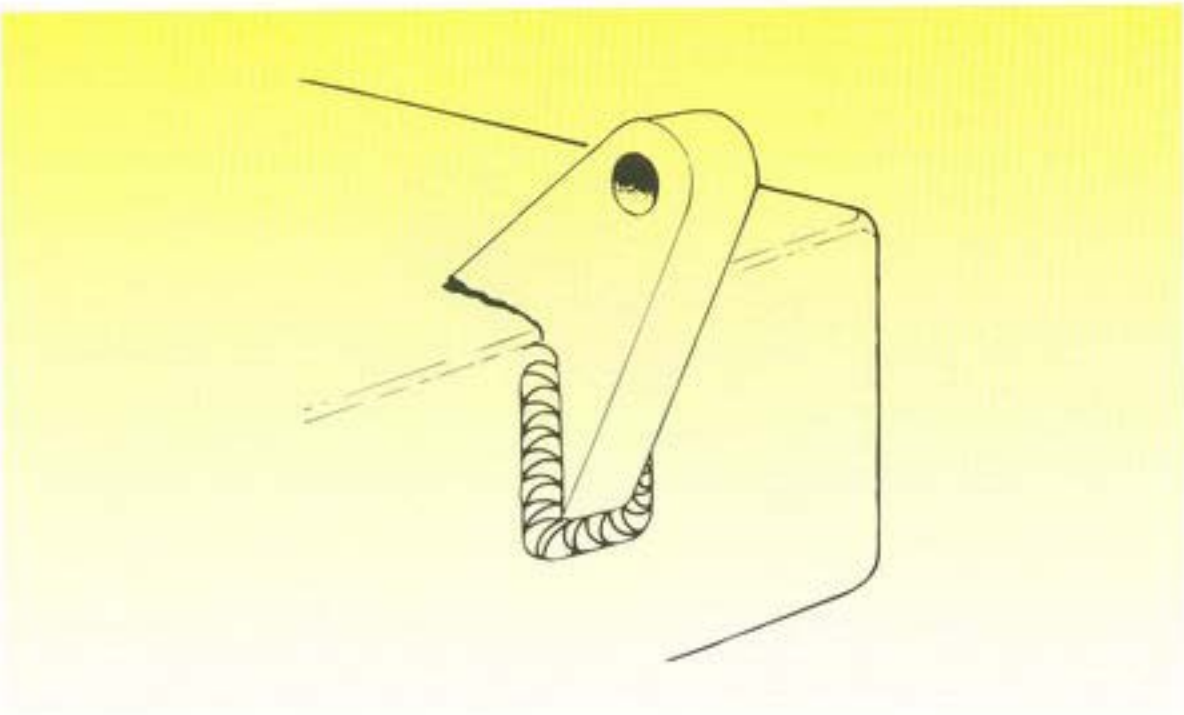
## Materiale de adaos

OK 84.78

OK 84.84

OK Tubrodur 14.70

# Piese turnate din oţel - repararea fisurilor, găuri sau alte defecte



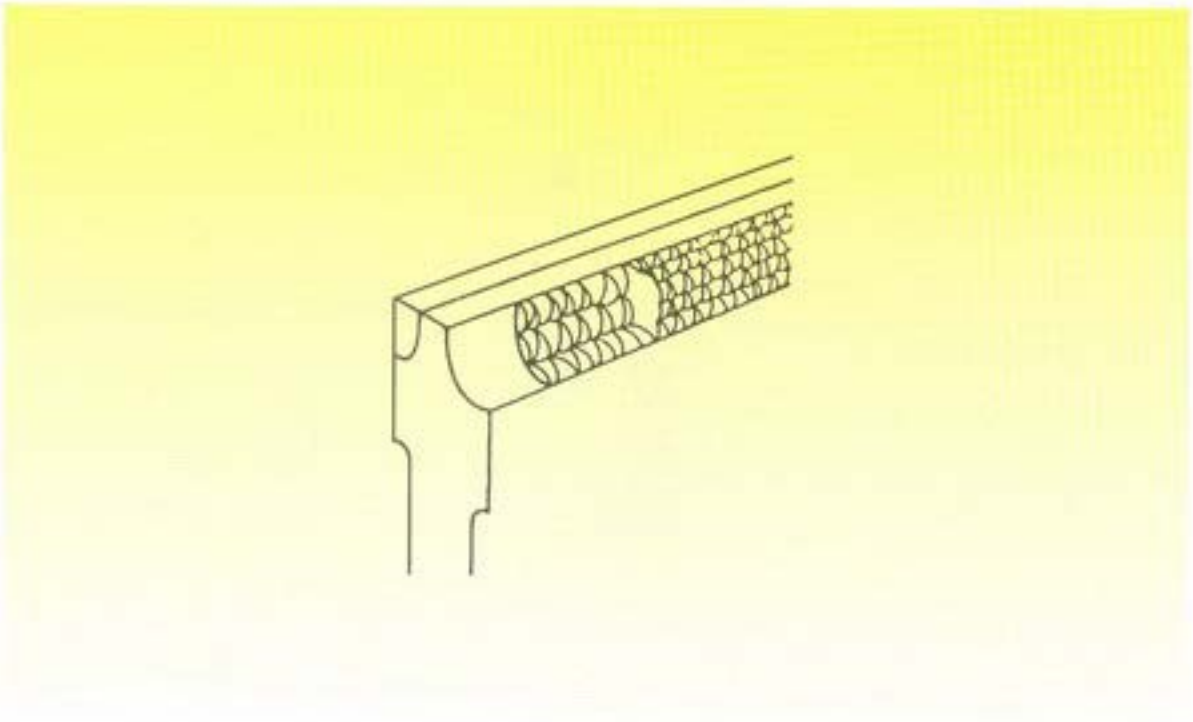
## Procedeu de lucru recomandat

Fisurile, găurile şi alte defecte se remediază prin craiţuire OK 21.03 - dacă se poate din ambele părţi pentru a se forma o îmbinare în U sau X. Convingeţi-vă dacă nu au rămas alte defecte şi că muchiile sunt rotunjite şi netede pentru a se împiedica extinderea fisurilor. Electrodul OK 68.82 se poate folosi în general fără preîncălzire. Pentru secţiuni mai groase preîncălzirea este însă necesară. Sudarea se realizează alternativ din ambele părţi pentru a se echilibra tensiunile interne.

## Materiale de adaos

OK 68.82
OK Autrod 16.75

# Unelte de tăiere şi forfecare
# cuţite pentru forfecare la rece



## Procedeu de lucru recomandat

Cuţitele de forfecare pentru ghilotine se fabrică din oţeluri aliate călite. La sudare trebuie să se folosească un material de adaos cu o duritate asemănătoare.

- Cuţitele uzate se remediază aşa cu se vede din figură. Verificaţi ca muchiile din zona de încărcare să fie rotunjite.
- În funcţie de materialul de bază se foloseşte o preîncălzire la 200 - 300 °C.
- Se sudează cu electrozii OK 85.65.
- După sudare piesa se va răci lent într-un material izolant termic.

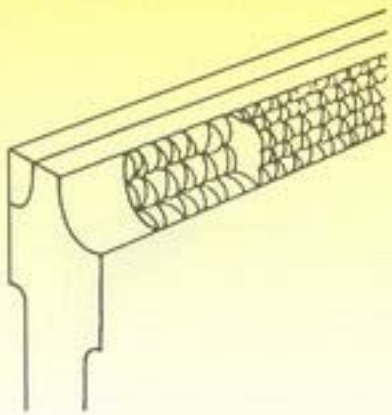
La fabricarea cuţitelor noi se pot utiliza oţeluri mai ieftine şi numai muchiile de tăiere vor fi realizate pri încărcare ulterioară.

Duritatea metalului depus cu OK 85.65 este de 60 HRC. Dar duritatea se poate mări prin revenire la cca 550 °C/1 oră până la valoarea de 65 HRC.

## Materiale de adaos

OK 85.65

# Unelte de tăiere şi forfecare cuţite pentru forfecare la rece



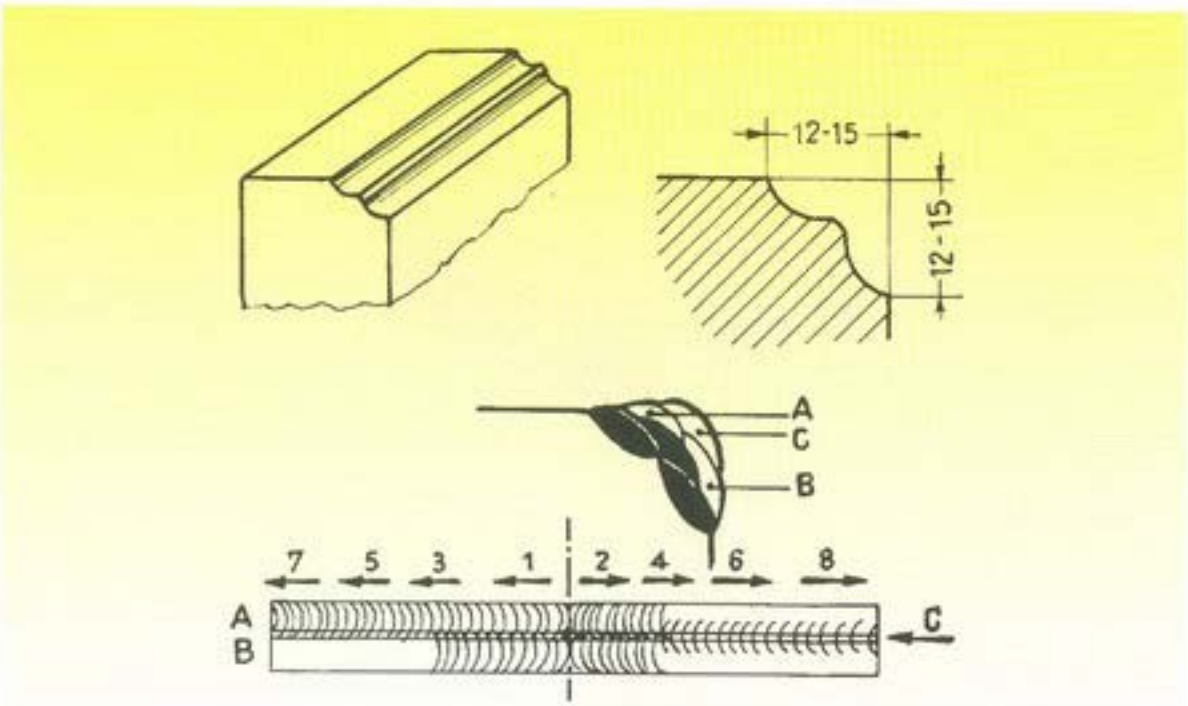
## Procedeu de lucru recomandat

Cuţitele pentru forfecare la cald se fabrică de obicei din oţeluri tratate termic.
Cuţitele uzate se pregătesc pentru sudare aşa cum se vede în figură.
Toate muchiile ascuţite trebuie să fie rotunjite înainte de sudare.
Se recomandă preîncălzire la 200 - 300 °C. Înainte de încărcare fie cu electrod OK 93.06 pe bază de cobalt fie OK 92.35 pe bază de nichel, este recomandabil să se depună un strat tampon cu electrodul OK 68.82. Pentru încărcare se poate utiliza şi electrodul OK 85.58 care conferă un metal depus de tip de oţel rapid.
După sudare urmează o răcire lentă într-un înveliş de material izolant termic. Muchiile de tăiere se ascut prin polizare.

## Materiale de adaos

Strat tampon
OK 68.82

Încărcare tare
OK 93.06
OK 92.35
OK 85.58




## Procedeu de lucru recomandat

Pregătirea în vederea încărcării prin sudare se realizează ca în figură.

Temperatura de preîncălzire se alege în funcţie de conţinutul de carbon din materialul de bază, în intervalul 200-250 °C.

Se depune cu OK 68.82 un strat tampon având grosimea de aproximativ 4 mm.

Se încarcă prin sudare cel mult trei straturi cu electrodul OK 93.06.

## Materiale de adaos

Strat tampon
OK 68.82

Încărcare dură
OK 93.06 pentru lucru la cald şi la rece
OK 85.58 pentru lucru la rece
OK 84.52 pentru lucru la rece

# Conurile concasoarelor

## Procedeu de lucru recomandat

Conurile concasoarelor se fabrică de obicei din oţeluri manganoase 14% (nemagnetice) şi trebuie să se încarce prin sudare la rece. La încărcare temperatura între straturi nu trebuie să depăşească 150-200 °C.

Datorită dimensiunilor şi grosimii conurilor, nu se manifestă o supraîncălzire excesivă în timpul sudării

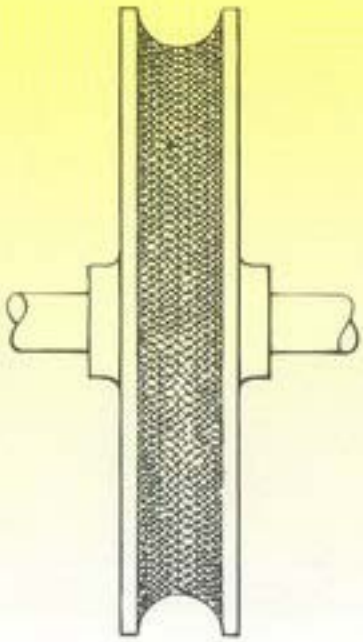
Pentru refacerea formei se utilizează electrodul OK 67.45 sau sârma tubulară OK Tubrodur 14.71. Încărcarea dură se realizează cu electrodul OK 84.58.

## Materiale de adaos

Refacerea formei
OK 67.45, OK 67.52
OK Tubrodur 14.71

Încărcare dură
OK 84.58

# Roţi de macara



## Procedeu de lucru recomandat

Roţile se fabrică de obicei din oţeluri bogate în carbon. De aceea se recomandă o preîncălzire la 200-300 °C urmată de răcire lentă. Dacă este posibil se recomandă încărcarea prin sudare mecanizată, rotind roata cu ajutorul unui dispozitiv de poziţionare. Se va depune o cantitate suficientă de material astfel încât după prelucrare să se poată obţine forma şi dimensiunile necesare.

Deoarece uzura este de tip metal - metal, se recomandă încărcarea cu un material având o duritate de 30-35 HRC.

## Materiale de adaos

OK 83.28, OK 83.29
OK Tubrodur 15.40
OK Tubrodur 15.40/OK Flux 10.71

# Concasoare (ciocane)

## Procedeu de lucru recomandat

Ciocanele se fabrică din oţeluri slab aliate (magnetice) sau din oţeluri manganoase (nemagnetice). Pentru a preveni riscului de fisurare în corpul propriu al ciocanului, se recomandă ca la încărcarea oţelurilor slab aliate, să se depună mai întâi un strat tampon, cu electrozii OK 67.45 sau OK68.81 sau cu sârmă tubulară OK Tubrodur 14.71.

Urmează să se depună două sau trei straturi de încărcare dură. Pentru aceasta se folosesc materialele care conferă metal depus rezistent la uzură conform listei prezentate mai jos.

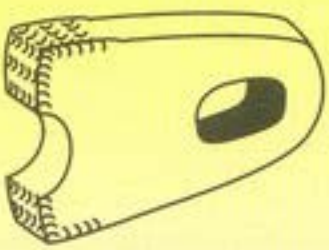
Pe oţel manganos se încarcă prin sudură întâi un strat tampon cu electrod OK 86.28 şi după aceea încărcare dură în mod asemănător ca la oţel slab aliat. Materialul OK 86.30 rezistă la combinaţie de abraziune şi solicitare de lovituri.

## Materiale de adaos

### Ciocane turnate slab aliate

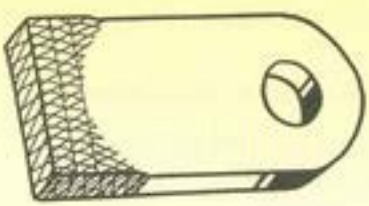
Strat tampon

OK 68.81
OK Autrod 16.75
sau
OK 67.45
OK Tubrodur 14.71



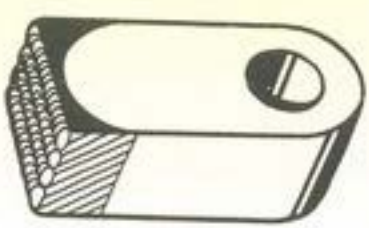
Încărcare dură
Impact + abraziune

OK 83.50
OK 83.53
OK Autrod 13.91
OK Tubrodur 15.52



Abraziune + impact moderat

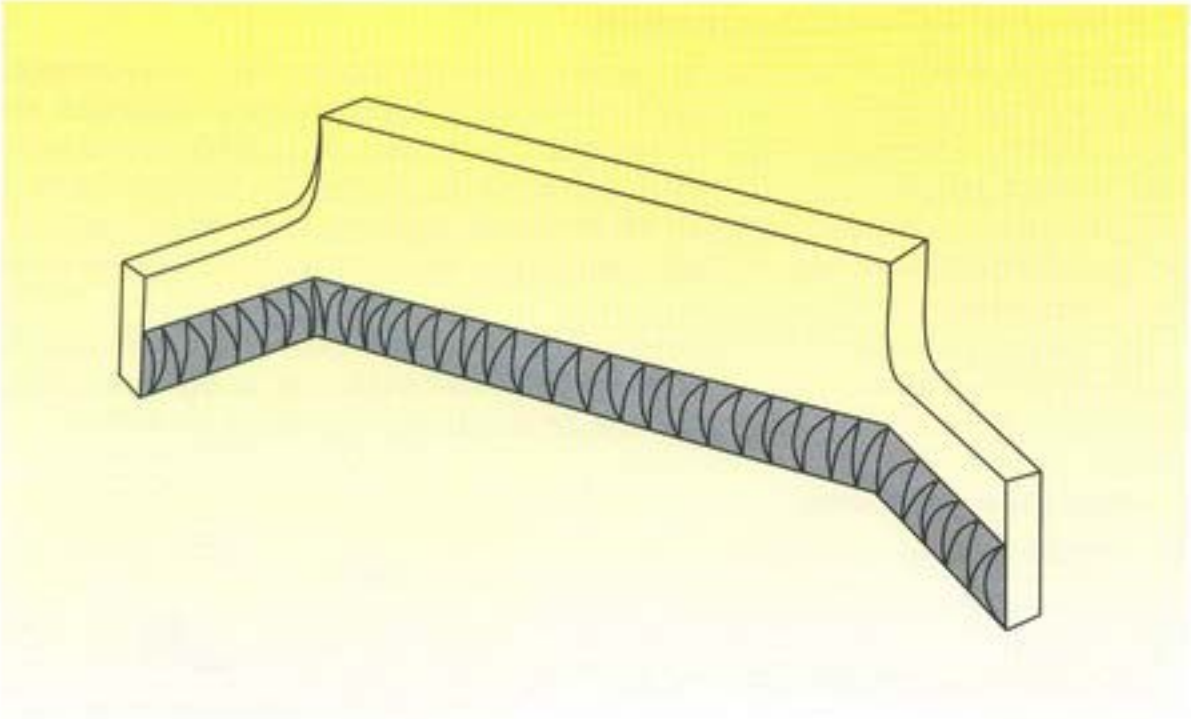
OK 84.78
OK Tubrodur 14.70



### Ciocane din oţel manganos

Straturi de bază
OK 86.28+OK 86.30
OK Tubrodur 15.60+OK Tubrodor 15.65
Încărcarea în vederea durificării la fel ca la ciocane din oţel slab aliat

# Lame pentru dragline, racloare şi buldozere, utilaje pentru tasare



## Procedeu de lucru recomandat

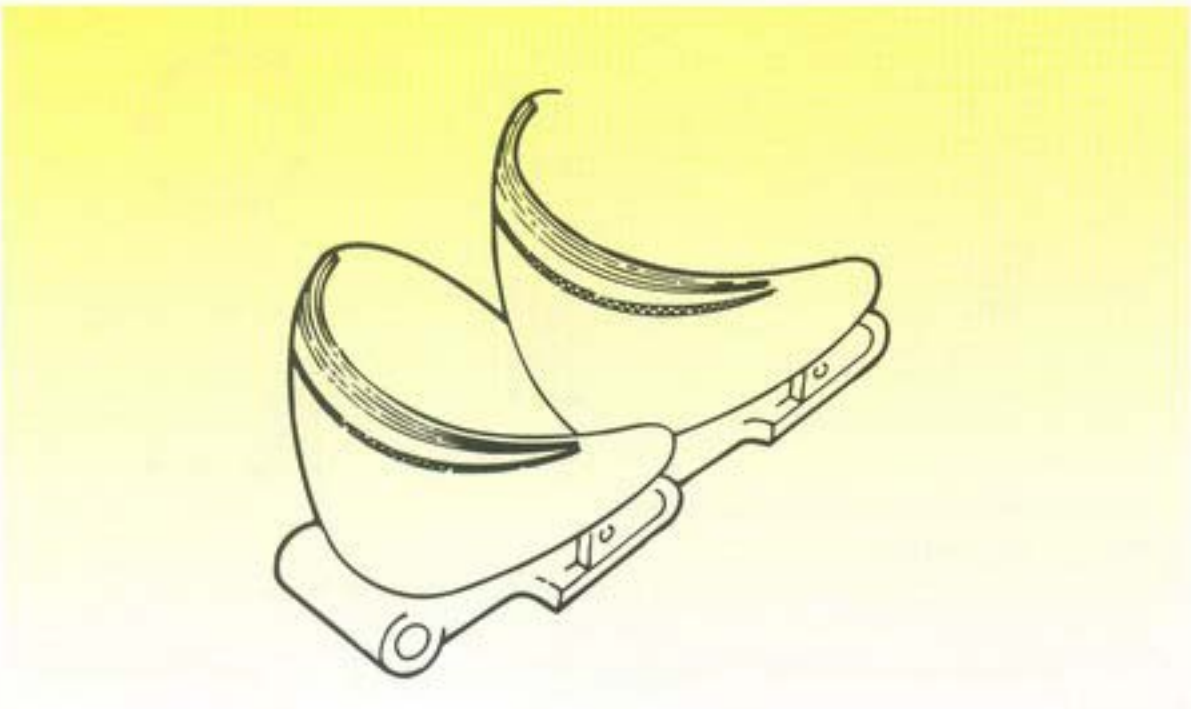
Muchiile de atac şi ambele părţi ale tăişului se încarcă prin sudare cu încărcare dură. Pentru sporirea eficacităţii este util ca şi piesele noi să se încarce prin sudare.

## Materiale de adaos

Uzură extrem de abrazivă
OK 84.78
OK Tubrodur 14.70
OK Autrod 13.91

Uzură moderată
OK 83.65
OK Tubrodur 15.52
OK Autrod 13.90

# Cupele de dragă (draglină)



## Procedeu de lucru recomandat

Cupele din oţel manganos şi mai ales tăişurile lor sunt supuse uzurii prin abraziune.

Înainte de folosire, se recomandă ca în mod preventiv să se încarce prin sudare, pentru mărirea eficacităţii şi duratei lor de funcţionare.

Repararea trebuie făcută înainte de apariţia uzurii excesive. Tăişurile uzate excesiv se pot repara numai prin sudarea unui cadru de oţel pe muchie, cu ajutorul electrozilor OK 67.52. Tăişurile noi trebuiesc încărcate pe ambele părţi cu încărcare dură.

Tăişurile noi se pot suda la corpurile cupelor cu electrozii OK 68.81, OK 68.82 sau cu sârmă tubulară OK Tubrodur 14.71. Încărcarea dură preventivă la tăişuri se realizează cu materialele OK 84.78 sau OK Tubrodur 14.71. Pe conturul formei tăişului se foloseşte OK 67.45 sau OK Tubrodur 14.71 şi pentru încărcare dură OK 84.78, sau OK Tubrodur 14.70

## Materiale de adaos

| Îmbinare sudată | Refacerea formei | Încărcare dură |
|---|---|---|
| | | Abraziune+impact |
| OK 68.81 | OK 67.45 | +presiune |
| OK 68.82 | OK 67.52 | OK 84.78 |
| Tubrodur 14.71 | OK Tubrodur 14.71 | OK Tubrodur 14.70 |

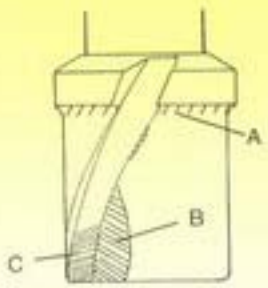


Fig. 1

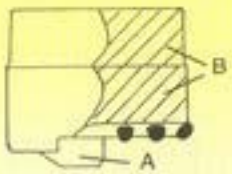


Fig. 2

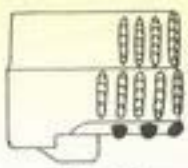


Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

## Procedeu de lucru recomandat

**Partea de ghidare**

Uzura se produce în mod obişnuit în locurile indicate în fig. 1:

- partea inferioară a "flanşei de impact" (A)
- partea inferioară a suprafeţei cilindrice (B)
- în canalul de transport al solului forat (C)

Se sudează cu electrozii OK 83.28.

**Mandrina**

Uzura se produce în mod obişnuit în locurile indicate în fig. 2:

- la cap opritor (A)
- pe lateralele feţelor cilindrului (B)

Capul opritor ar trebui să se repare când suprafaţa lui se uzează cu cca 4 mm. OK 83.28 se foloseşte pentru refacerea formei înainte de încărcarea dură cu electrodul OK 84.84.

Cu electrodul OK 84.84 se sudează vertical descendent. Dacă este posibil, se poziţionează mandrina la 45°. Se depun cordoane subţiri, paralele unul lângă altul, lăsându-se un interstiţiu de 2 mm. Aceste cordoane nu trebuie să se atingă între ele, vezi fig. 3.

**Coroană de ghidare**

Se uzează părţile indicate în figura de mai sus.

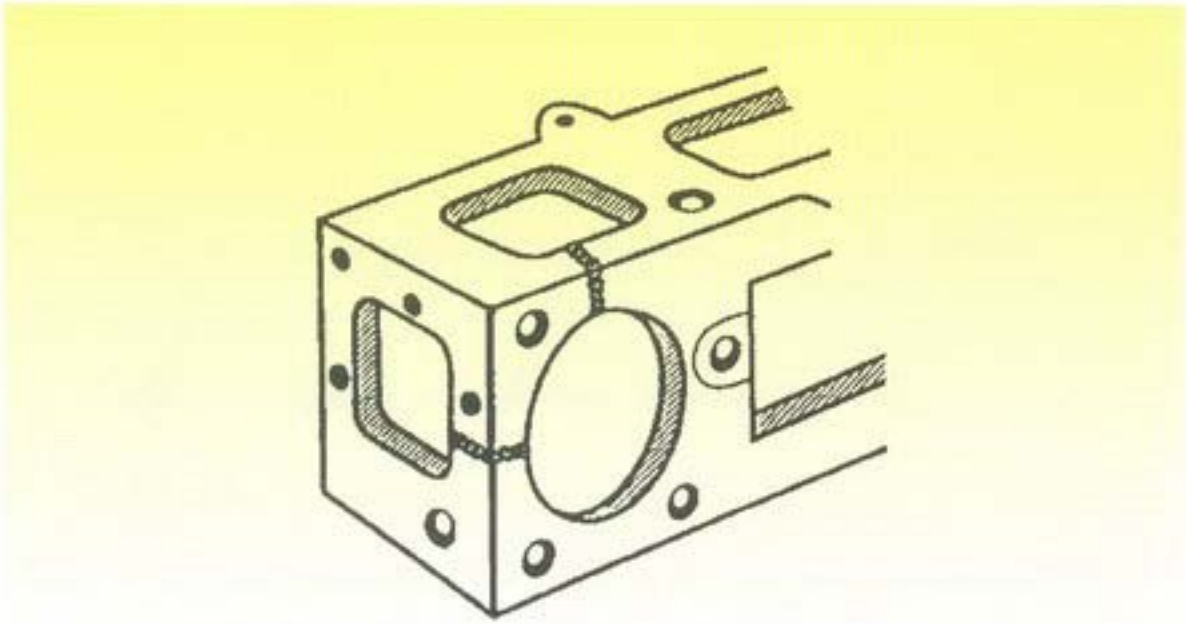
- În şanţul destinat opritorului (A)
- pe partea exterioară a suprafeţei cilindrice (B)

Şanţul trebuie să se repare când suprafaţa se uzează cu cca 4 mm. Se utilizează electrozi OK 83.28. Suprafaţa laterală se repară în acelaşi mod ca şi mandrina.

## Materiale de adaos

| Refacerea formei | Încărcare dură |
|---|---|
| OK 83.28 | OK 84.84 |

# Blocuri-motoare din fontă



## Procedeu de lucru recomandat

Se sudează la rece, adică fără preîncălzire.

- Se depun cordoane scurte de max. 25 mm lungime, în funcţie de grosime.
- Imediat după fiecare trecere se ciocăneşte sudura.
- Piesa nu se va încălzi la o temperatură mai mare decât suportă mâna goală. Zona sudată se răceşte cu a aer comprimat (dacă este cazul).
- Se utilizează electrozi de diametru cât mai mic şi curenţi de sudare cât mai reduşi.
- Se sudează în direcţia - către colţuri şi de la material subţire spre cel gros.
- Se depun rânduri trase, fără pendulare.

La capetele fisurilor trebuiesc practicate găuri pentru a se preveni propagarea fisurii în continuare.

Se preferă pregătirea canalului în formă de U, prin craiţuire cu electrozi OK 21.03.

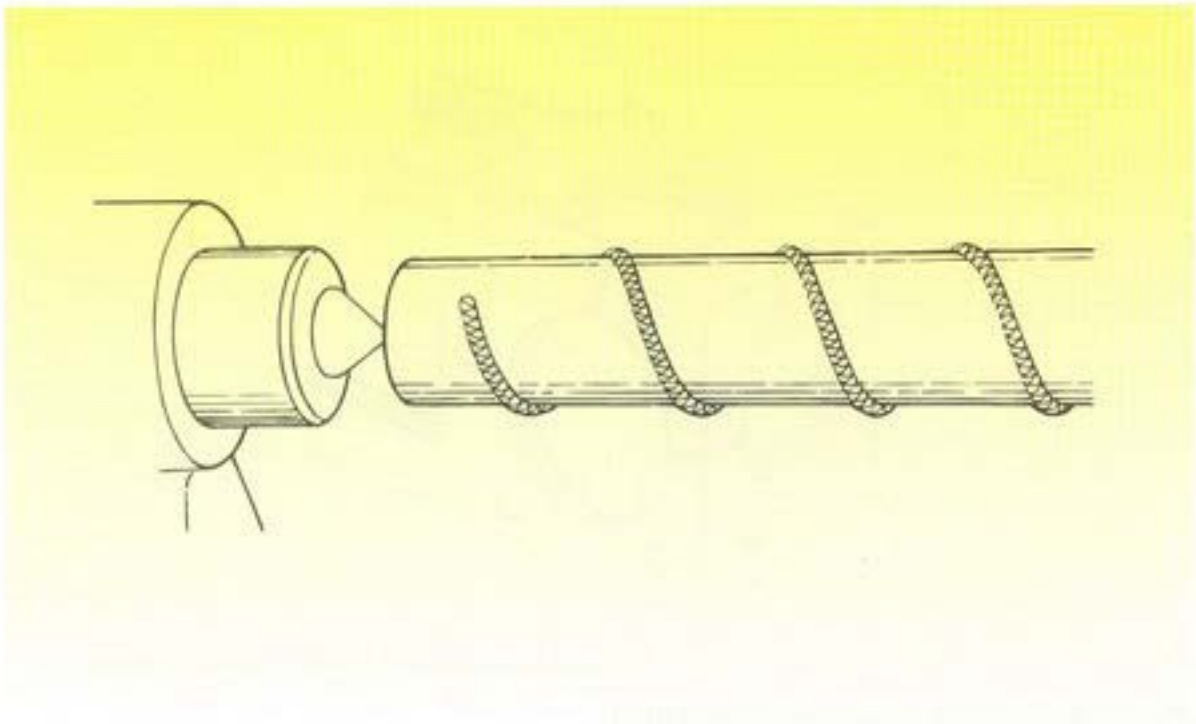
Craiţuirea cu ajutorul OK 21.03 este foarte utilă deoarece îndepărtează din muchiile de sudare uleiul şi grafitul existente.

Dacă este posibil, poziţionaţi blocul motor în vederea sudării în poziţie orizontală.

## Materiale de adaos

| Craiţuire | Repararea fisurilor |
|---|---|
| OK 21.03 | OK 92.18 |
| | OK 92.60 |

# Melci de maşini de extrudat pentru mase plastice şi cauciuc



## Procedeu de lucru recomandat

Înainte de sudare suprafaţa trebuie bine curăţată. Melcul pentru extrudare, fixat într-un dispozitiv rotativ de poziţionare, se preîncălzeşte la 100-200°C, dacă grosimea piesei este > 10 mm. Încărcarea prin sudare se poate face cu materialul OK 93.06 (pe bază de cobalt) sau OK Tubrodur 15.86 sau OK 92.35 (pe bază de nichel).

Răcirea trebuie să fie lentă, într-un material izolator. Prelucraţi prin rectificare.

## Materiale de adaos

OK 93.06

Este mai dur decât OK 92.35 la orice temperatură dar este mai puţin rezistent la schimbări de temperaturi.

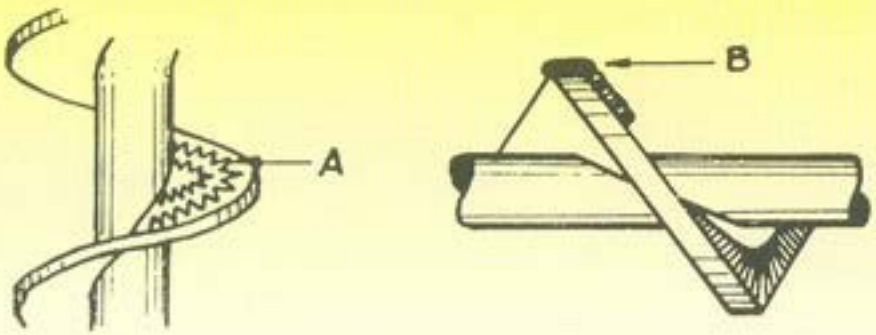
Prelucrarea este posibilă cu scule cu carburi metalice.

OK 92.35

Este mai moale decât OK 93.06 dar este mai rezistent la schimbări de temperaturi.

Prelucrabilitatea este satisfăcătoare.

# Melci transportori (şnecuri) pentru prese de cărămidărie



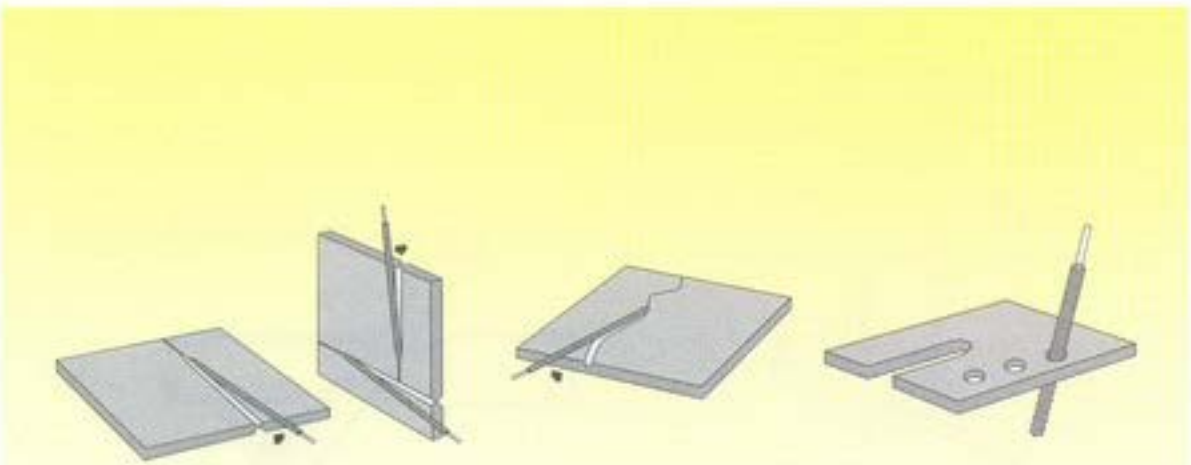

## Procedeu de lucru recomandat

Se încarcă prin sudare cu electrodul OK 84.84 folosind cordoane subţiri, pe conturul melcului. (B).

Suprafaţă de compresiune (A) se recomandă să se încarce prin sudare cu OK 84.78 sau OK Tubrodur 14.70 cu pendulare, în aşa fel încât să se acopere toată suprafaţă.

## Materiale de adaos

OK 84.84
OK 84.78
OK Tubrodur 14.70



## Procedeu de lucru recomandat

OK 21.03 este un electrod pentru craiţuire, tăiere, perforare şi pregătirea muchiilor pentru sudare, pe oţel carbon, inoxidabil, fontă, oţel manganos şi pe metale neferoase cum sunt aliaje de aluminiu şi cupru.

Electrodul se foloseşte cu transformatoare obişnuite sau cu redresoare. Nu este necesar aer comprimat şi nici alt gaz, nici portelectrod special. Este important să se respecte curentul de sudare indicat pe ambalaj.

Se obţine un canal cu suprafaţă foarte curată care necesită doar o curăţare neglijabilă (eventual nici o curăţare) înainte de sudare.

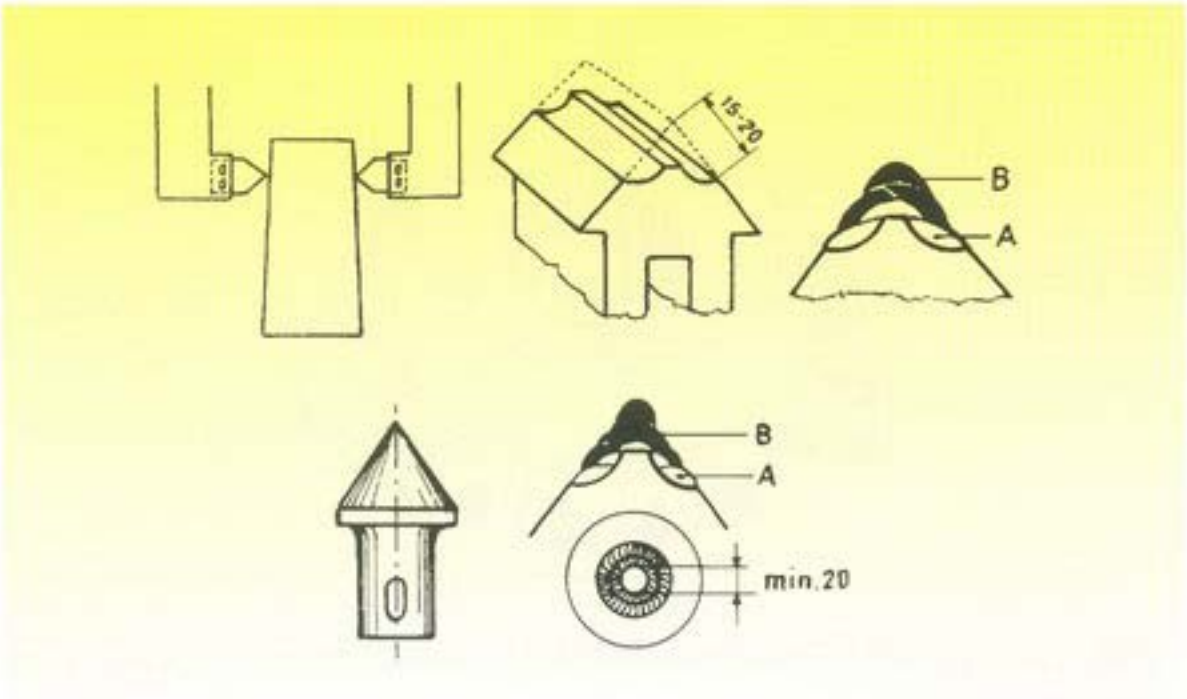
Arcul electric se aprinde în acelaşi mod ca la electrodul de sudare obişnuit dar după aceea se împinge în faţă într-un unghi foarte ascuţit (5-15°) efectuând concomitent mişcări înainte şi înaoi, ca la ferăstrău. Pentru obţinerea unor canale mai adânci, acest procedeu se repetă.

OK 21.03 se poate folosi în toate poziţiile, atât în curent continuu (DC) cât şi alternativ (AC).

## Material de adaos

OK 21.03

# Scule pentru lucru la cald - cleşti




## Procedeu de lucru recomandat

Se execută un canal ca în figură. Oţelurile slab aliate necesită preîncălzire la 150-200°C.

Se depune prin sudare un strat tampon cu electrodul OK 93.07.

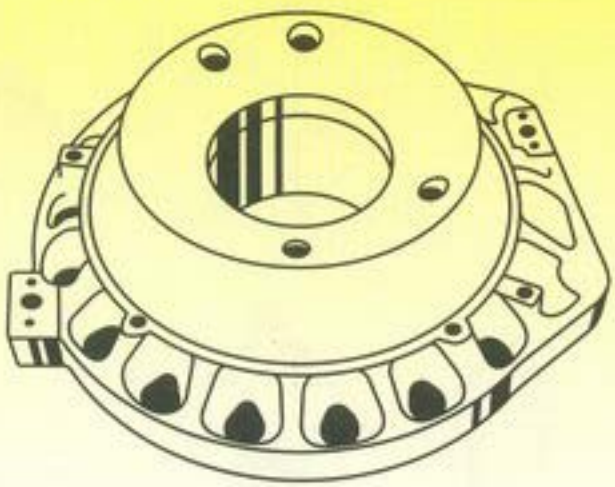
Încărcarea dură (B) se realizează cu electrodul OK 93.06. Dacă este necesar să se obţină un strat depus mai gros, atunci se măreşte numărul de straturi depuse cu OK 93.07.

## Materiale de adaos

Strat tampon
OK 93.07

Încărcare dură
OK 93.06

# Fontă cenuşie - defecte de turnare



## Procedeu de lucru recomandat

Îndepărtaţi defectele de la turnare şi eventualele incluziuni de nisip, prin craiţuire cu ajutorul electrodului OK 21.03.

Înainte de sudare se vor rotunji toate muchiile ascuţite.

Se sudează cu electrozi OK 92.18. Pentru repararea cavităţilor mici se folosesc cu precădere diametrele de 2,5 sau 3,2 mm.

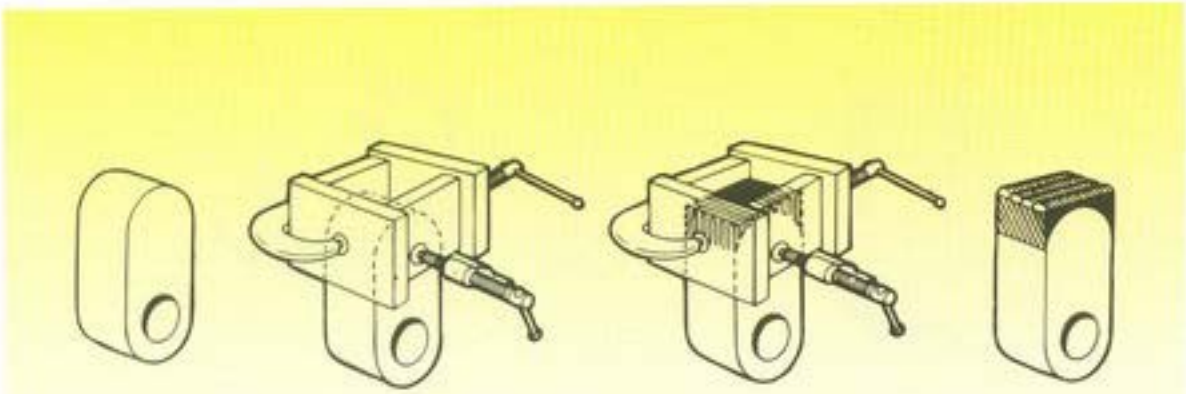
Se sudează către marginile exterioare şi fără mişcare de pendulare. Se vor depune întotdeauna numai cordoane scurte. Ori de câte ori este posibil, cordoanele depuse trebuie să fie ciocănite.

## Materiale de adaos

Craiţuire
OK 21.03

Reparare prin sudare
OK 92.18

# Ciocane pentru sfărâmare şi măcinare



## Procedeu de lucru recomandat

Ciocanele de concasare şi de măcinare sunt fabricate în mod obişnuit din oţel manganos, dar câteodată şi din oţel turnat. Pentru a mări durata de viaţă şi a creşte productivitatea, se aplică şi pe ciocanele noi un strat dur.

La ciocanele uzate trebuie deseori refăcută forma iniţială. Pentru această refacere a formei la ciocanele din oţel turnat se foloseşte OK 83.28 şi pentru oţel manganos OK 67.45 sau OK 68.81. Dacă se repară prin sudare semiautomată atunci pentru oţel turnat se foloseşte sârmă tubulară OK Tubrodur 15.10 şi pentru oţel manganos OK Tubrodur 14.71.

Pentru sfărîmaturi de dimensiuni mari (abraziune), cea mai bună rezistenţă se obţine cu electrodul OK 84.58 sau sârma tubulară OK Turbordur 15.52. Pentru măcinare fină (abraziune şi eroziune) este excelent metalul depus foarte dur al electrodului OK 84.78 sau sârmei tubulare OK Tubrodur 14.70.

Pentru susţinerea băii de sudură şi pentru a se realiza o formă corectă se recomandă utilizarea unor plăci suport din cupru.

## Materiale de adaos

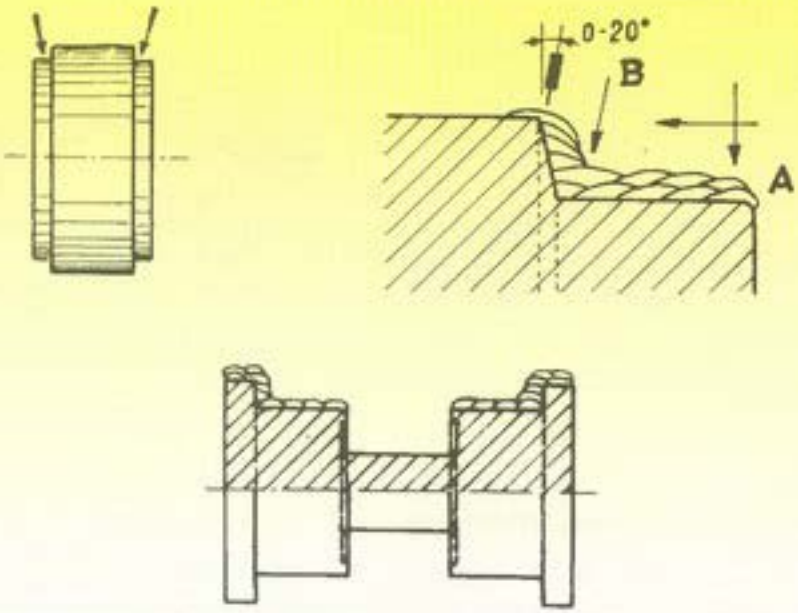
Refacerea formei -oţel turnat
OK 83.28
OK Tubrodur 15.40

Refacerea formei - oţel manganos
OK 67.45
OK Tubrodur 14.71

Încărcare dură
Uzură abrazivă
OK 84.78
OK Tubrodur 14.70

Abraziune şi impact
OK 84.58
OK Tubrodur 15.52

# Role suport ale benzilor rulante




## Procedeu de lucru recomandat

Pentru refacerea formei acestor piese se recomandă utilizarea cu precădere a procedeelor SAW sau FCAW.

Se vor depune mai întâi unu până la trei straturi (A) şi apoi (B), aşa cum se arată în figură.

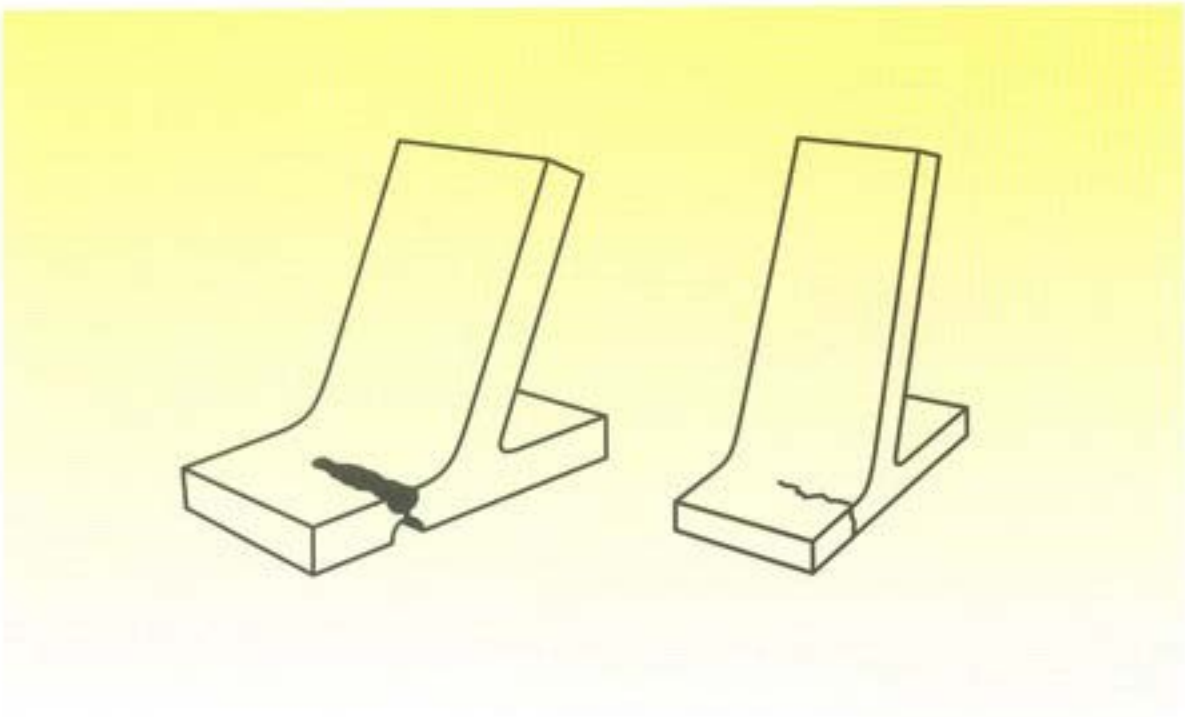
Dacă se utilizează FCAW atunci cordoanele se pot depune cu pendulare.

Dacă se execută stratul (B) cu electrozii înveliţi, sudarea se va executa transversal.

## Materiale de adaos

OK Tubrodur 15.40/OK Flux 10.71
OK Tubrodur 15.40/$CO_2$
OK 83.28
OK Autrod 13.89

# Batiuri, carcase, tălpi de motoare din fontă cenuşie - repararea fisurilor



## Procedeu de lucru recomandat

Fisurile se înlătură prin craiţuire cu ajutorul OK 21.03.

Rostul de sudare se pregăteşte în U sau dublu U.

Dacă este posibil, se vor practica găuri la capetele fisurii, pentru evitarea extinderii acesteia..

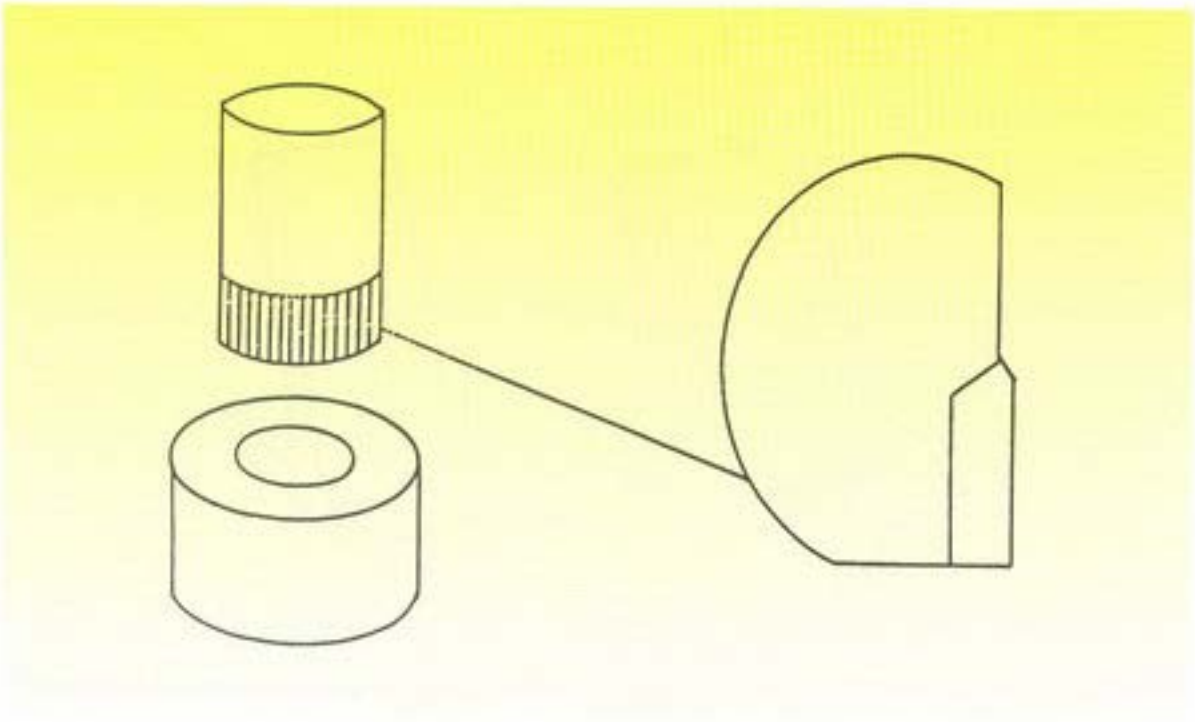
Pentru a se obţine o rezistenţă maximă, se folosesc materialele OK 92.60 sau OK Tubrodur 15.66. Se depun cordoane scurte, fără pendulare, cu electrozii având diametrul de 2,5 sau 3,2 mm. Se recomandă să se ciocănească fiecare strat de sudură imediat după depunere, pentru a se evita formarea fisurilor din îmbinare, datorate contracţiei la solidificare.

## Materiale de adaos

Craiţuire
OK 21.03

Repararea fisurilor
OK 92.60
OK Tubrodur 15.66

# Scule din oţeluri slab aliate, ştanţe pentru metal



## Procedeu de lucru recomandat

Prelucraţi piesa deteriorată, cu muchii rotunjite, pe lungimea necesară, plus un adaos sufucient.

Toate muchiile se vor rotunji înainte de a se efectua preîncălzirea sau sudarea.

În funcţie de dimensiuni, se foloseşte preîncălzire la 150-200 °C şi strat tampon cu electrodul OK 68.82, pentru a absorbi tensiunile interne de la sudare.

Urmează să se încarce prin sudare două sau trei straturi cu electrodul OK 85.65 care dau metalului depus de tip oţel rapid o duritate de aproximativ de 60 HRC.

Piesa sudată se lasă să se răcească lent, într-un loc fără curenţi de aer.

Prelucrarea la dimensiunile necesare exacte se execută prin rectificare.

## Material de adaos

OK 85.65

# Freze pentru oţel şi alte metale

## Procedeu de lucru recomandat

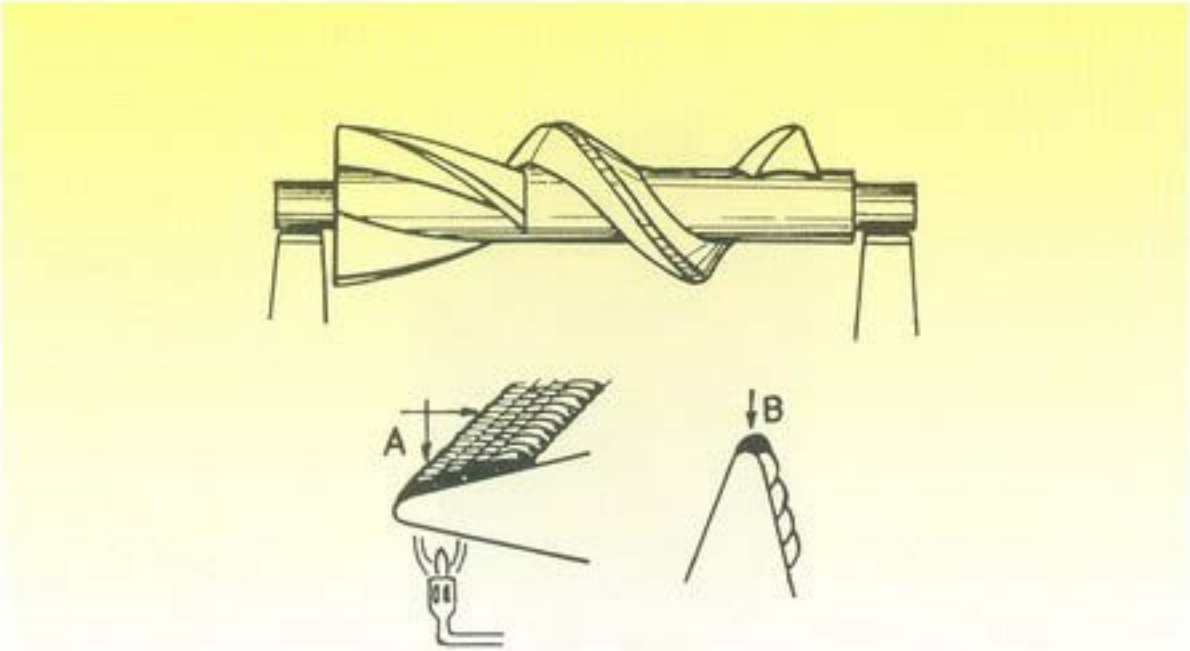
Polizaţi sau rectificaţi muchiile deteriorate şi preîncălziţi la temperatura de 350 - 500 °C în funcţie de mărimea piesei. Dacă se poate, se depune un strat tampon cu OK 68.82 şi ciocăniţi în timp ce piesa este încă caldă, imediat după sudare.

Cu electrodul OK 85.65 se depun prin sudare cordoane scurte şi fiecare se ciocăneşte cât timp piesa este la roşu. Treptat se încarcă prin sudare un volum suficient, care să permită prin rectificare sau polizare, obţinerea dimensiunilor iniţiale. Temperatura de preîncălzire trebuie menţinută tot timpul operaţiei de sudare. După sudare urmează o răcire lentă într-un material izolator.

## Material de adaos

Strat tampon
OK 68.82

Încărcare dură
OK 85.65




## Procedeu de lucru recomandat

Piesa se fixează în manipulator în aşa fel încât să fie posibilă rotirea în vederea preîncălzirii şi sudării.

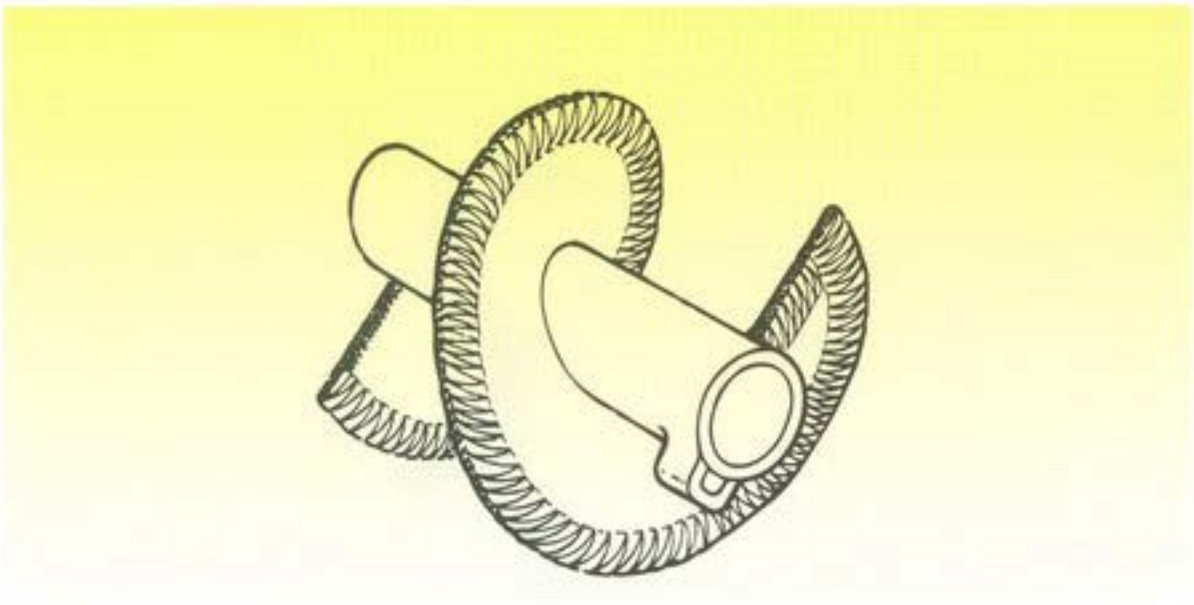
Zona pe conturul flancului (A) se încarcă prin sudare cu un strat de încărcare dură. Muchia filetului (B) se încarcă prin sudare cu unul sau două straturi. Partea cilindrică se încarcă prin sudare cu cordoane longitudinale. Muchiile se polizează uşor.

În funcţie duritatea necesară, se utilizează electrozii OK 93.06 sau OK 93.01.

## Materiale de adaos

OK 93.06 duritate aproximativ 42 HRC
OK 93.01 duritate aproximativ 55 HRC

# Sfredele, foreze, sape



## Procedeu de lucru recomandat

Înainte de încărcare prin sudare trebuie să se îndepărteze materialul cu defecte prin craiţuire cu ajutorul OK 21.03 sau prin polizare. Muchiile de lucru se încarcă prin sudare cu electrozii OK 83.65 sau OK 84.78 sau cu sârmă tubulară OK Tubrodur 14.70 eventual OK Tubrodur 15.52.

Două, maxim trei straturi de încărcare conferă o protecţie maximă la abraziune.

Muchiile şi colţurile se încarcă prin sudare, cu ajutorul plăcilor de cupru, pentru suportul băii de metal.

Metalul depus prin sudare se poate prelucra doar prin polizare sau rectificare.

La melcii puternic uzaţi se va reface forma iniţială prin sudare cu electrodul OK 84.28 înainte de aplicarea straturilor de încărcare dură.

Pentru a reduce uzura, se recomandă ca încărcarea sa se realizeze în aceeaşi direcţie în care se deplasează materialul care cauzează uzura piesei în timpul funcţionării.

## Materiale de adaos

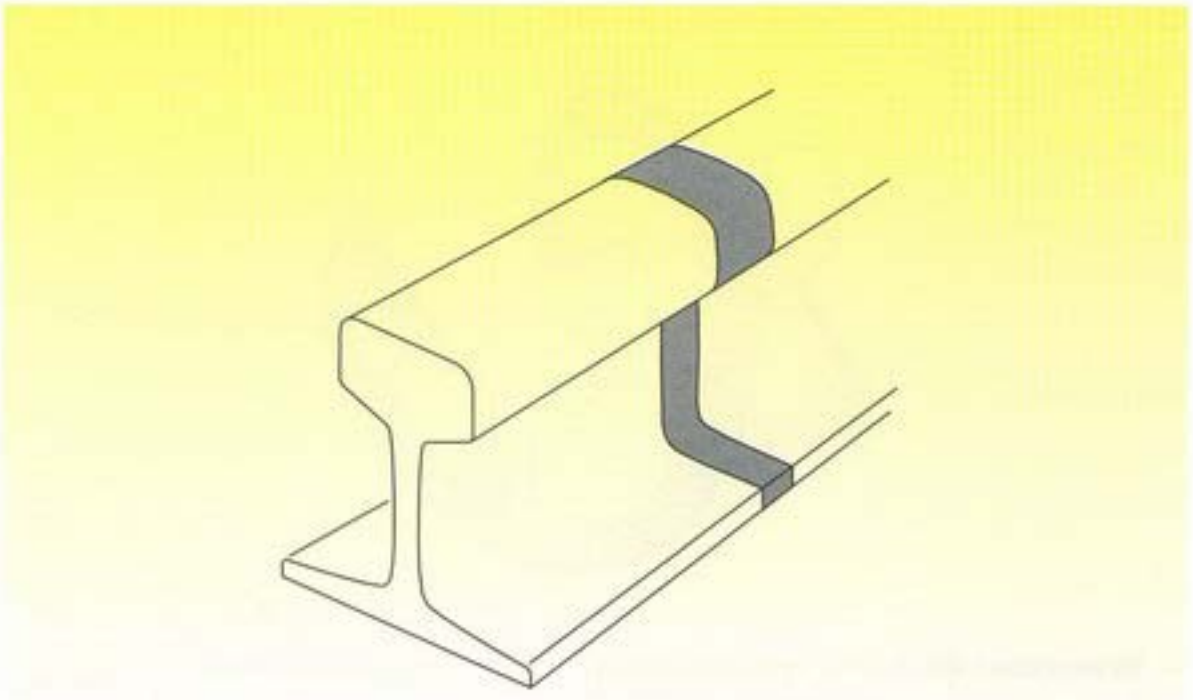
Craiţuire
OK 21.03

Refacerea formei
OK 83.28 OK 83.29

Încărcare dură
Abraziune severă
OK 84.78
OK Tubrodur 14.70

Abraziune moderată
OK 83.65
OK Tubrodur 15.52

# Şine de cale ferată - sudarea şinelor



## Procedeu de lucru recomandat

Şinele de tipuri 700 şi 900A se vor preîncălzi la 350-400°C.

Drept suport pentru rădăcină se folosesc suporţii ceramici OK Backing 21.21.

Talpa şinei se sudează cu electrozi OK 74.78, fără pendulare.

Urmează montarea plăcilor laterale (patinelor) din cupru şi în forma astfel creată se sudează piciorul şi capul şinei cu acelaşi electrod. Stratul superior se încărcă prin sudare cu pendulare cu electrozi OK 83.28.

Se va poliza uşor suprafaţa, înainte de răcirea completă. Urmează răcirea lentă în strat izolator. După răcire îmbinarea se finisează prin polizare la forma cerută.

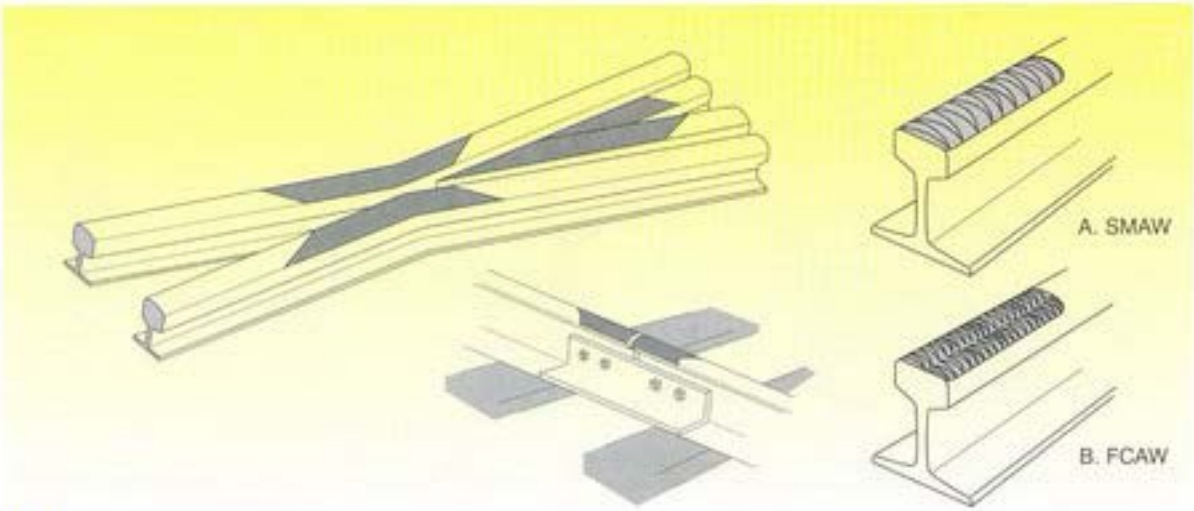
## Materiale de adaos

Plăci suport
OK Backing 21.21

Sudare
OK 74.78

Încărcare dură
OK 83.28

# Cale ferată - repararea şinelor prin încărcare cu sudură




## Procedeu de lucru recomandat

**Şine din oţel carbon - mangan**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tip de material | 700 A | preîncălzire | 350°C |
| | 900 A | | 400°C |
| | 1100 A | | 450°C |

**Capetele de şină, defectele suprafeţei de rulare şi a inimilor:**

Se poate suda atât cu pendulare caât şi rânduri trase. Figurile A şi B ilustrează procedeul de sudare prin diferite metode de sudare.

Uneori este necesar ca înainte de a începe refacerea formei prin încărcare cu sudură trebuie întâi să se depună un cordon de sprijin de-a lungul capului şinei.

Sârmele tubulare cu autoprotecţie sunt foarte convenabile pentru încărcarea prin sudare mecanizată.

## Materiale de adaos

OK 83.27 sau OK Tubrodur 15.43 duritate aproximativ 35 HRC
OK 83.28 sau OK Tubrodur 15.41 duritate aproximativ 30 HRC

**Şinele din oţeluri austenitice manganoase:**

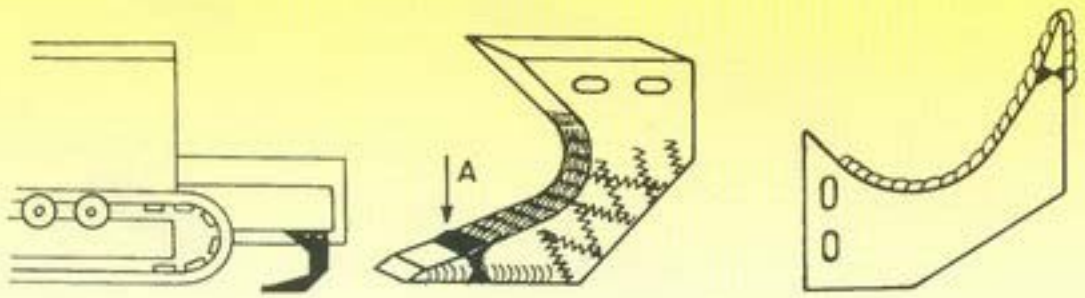
Sudarea se va realiza cu aport minim de căldură.

Dacă este necesară depunerea a mai mult de trei straturi, atunci trebuie ca înainte de încărcare prin sudare să se depună un strat de metal de austenitic, cu OK 67.45 sau OK Tubrodur 14.71.

## Materiale de adaos

| Refacerea formei | Încărcare dură |
|---|---|
| OK 67.45 | OK 86.28 |
| OK Tubrodur 14.71 | OK Tubrodur 15.65 |

# Dinţi pentru pluguri (tractoare, buldozere, etc)




## Procedeu de lucru recomandat

Vârfurile uzate se înlocuiesc cu unele noi care se sudează cu electrozii OK 67.45 sau OK 68.82. Vârful întreg şi partea interioară a dintelui se încarcă prin sudare cu electrozii OK 84.78 sau OK 84.84, eventual cu sârma tubulară OK Tubrodur 14.70. Pe partea laterală a dintelui se sudează o reţea de linii de protecţie în formă de e-şichier.

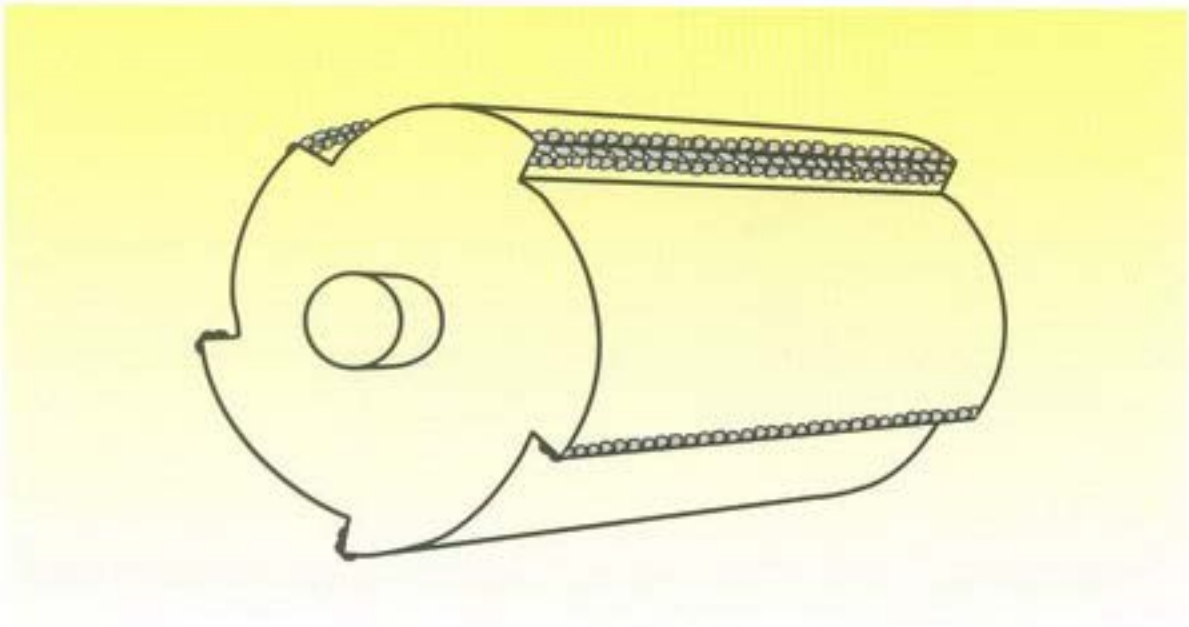
## Materiale de adaos

Sudare
OK 67.45
OK 68.82

Încărcare dură
Abraziune severă
OK 84.78
OK Tubrodur 14.70

Abraziune severă şi impact
OK 84.84

# Concasoare cu valţuri, reparare valţuri



## Procedeu de lucru recomandat

Valţuţ sau bara de concasare interschimbabilă se fabrică din oţel manganos (nemagnetic). Ca la orice sudare a oţelurilor manganoase este necesar să se evite supraîncălzirea materialului de bază în timpul de sudării.

Înainte de sudare suprafaţa uzată trebuie curăţată şi verificată pentru a se îndepărta orice defecte. Fisurile eventuale trebuie înlăturate prin craiţuire cu ajutorul electrozilor OK 21.03 iar reparaţia prin sudare se face cu OK 67.45 sau OK Tubrodur 14.71.

Pentru stratul dur se utilizează electrodul OK 86.28 sau sârma tubulară OK Tubrodur 15.60.

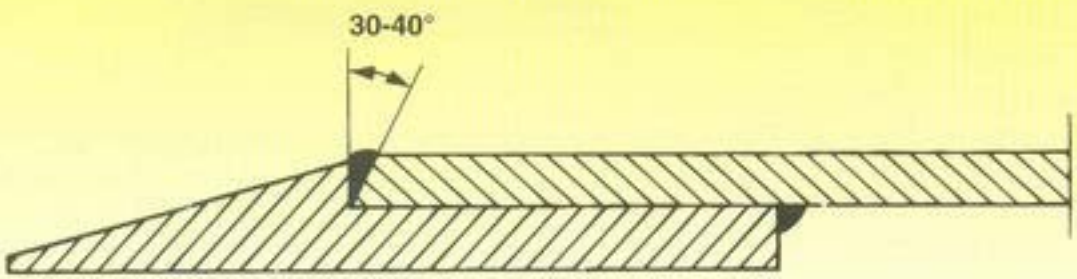
## Materiale de adaos

Craiţuire
OK 21.03

Repararea fisurilor
OK 67.45
OK Autrod 16.95
OK Tubrodur 14.71

Încărcare dură
OK 86.28
OK Tubrodur 15.60

# Lame pentru cupe de excavator, brăzdarele screperelor




## Procedeu de lucru recomandat

Lamele se fabrică în general din oţeluri călite slab aliate.

Folosind electrozii OK 67.45 sau OK 67.52 este posibilă sudarea fără preîncălzire. Utilizarea preîncălzirii însă este necesară la sudarea materialelor groase. Cordonul de sudură executat de aceşti electrozi are o mare ductilitate şi poate absorbi nivelul mare de tensiuni provenite din sudare. Dacă se cere o rezistenţă mecanică sporită, se foloseşte OK 68.82.

## Materiale de adaos

OK 67.45, OK 67.52
OK Tubrodur 14.71
OK 68.82

## Procedeu de lucru recomandat

### Refacerea formei

Piesele se curăţă perfect, se verifică dacă nu există fisuri. Locurile cu defecte se îndepărtează prin polizare sau craiţuire. Dacă este necesară o prelucrare ulterioară, prelucraţi cu 5 mm sub dimensiunea finală.

Când se utilizează materiale de adaos slab aliate OK 83.28 sau OK 74.78 eventual OK Tubrodur 15.40, trebuie ca arborii cu diametre mai mari sau cu conţinut de carbon mare şi elemente de aliere să se preîncălzească.:

La $C_{eq}$>0.45-0.6 la cca 200°C,

la $C_{eq}$>0.6 la cca 350°C.

Temperaturile recomandate la preîncălzire pentru diferite materiale şi grosimi se află în tabelul de la începutul manualului.

Materialele OK 68.82, OK 67.45 şi OK Tubrodur 14.71 se pot folosi la sudare fără preîncălzire în funcţie de diametrul arborelui.

Pentru a minimaliza deformaţiile, încărcarea se face alternativ aşa cum se arată în figură. După încărcare, piesa se răceşte lent.

La încărcare prin sudare cu procedee semiautomate sau automate sub flux cu OK Tubrodur 15.40/OK Flux 10.71 se recomandă utilizarea dispozitivelor de fixare şi poziţionare.

Arborii rupţi se pot repara cu electrozi OK 74.78 sau OK 68.82. La preîncălzire se aplică aceleaşi reguli ca şi pentru încărcarea prin sudură. Dacă este posibil rostul îmbinării ar trebui să fie în "U".

## Materiale de adaos

**Încărcare prin sudare cu preîncălzire**

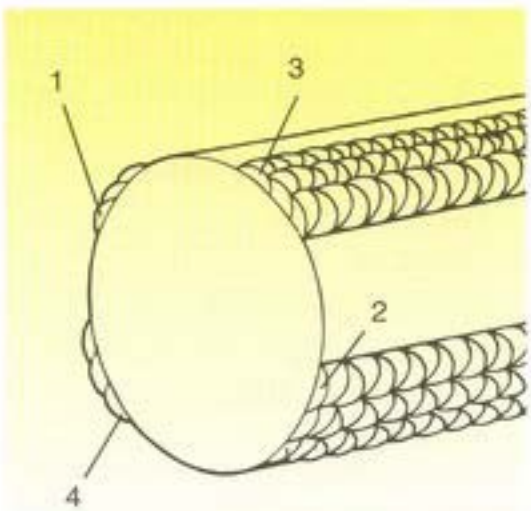
OK 83.28, OK 83.29
OK Tubrodur 15.40
OK Autrod 13.89
OK Tubrodur 15.40/OK Flux 10.71

**Încărcare prin sudare, fără preîncălzire**

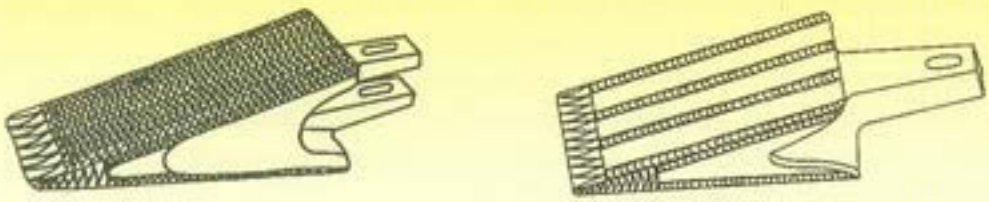
OK 68.82
OK Autrod 16.95
OK 67.45, OK 67.52
OK Tubrodur 14.71

**Sudare**

OK 74.78 cu preîncălzire
OK 68.82 preîncălzirea nu este necesară



# Dinţi
# Tip de uzură: impact



## Procedeu de lucru recomandat

Dinţii ce sunt supuşi în principal la impact se fabrică de obicei din oţeluri austenitice manganoase. Aceste materiale trebuiesc sudate fără preîncălzire. Pentru refacerea formei se folosesc materialele OK 86.08 sau OK Tubrodur 15.60. Dinţii noi sau reparaţi se încarcă dur cu ajutorul materialelor OK 84.58 sau OK Tubrodur 15.52, eventual OK 84.78 sau OK Tubrodur 14.70.

La dinţii care lucrează în condiţii de uzură severe, se depun prin sudare cordoane drepte, paralele cu direcţia de deplasare a materialului manipulat, aşa cum reiese din figură. Bucăţile mari de piatră sau de pământ vor aluneca apoi pe suprafaţa straturilor dure, fără ca acestea să intre în contact cu materialul de bază.

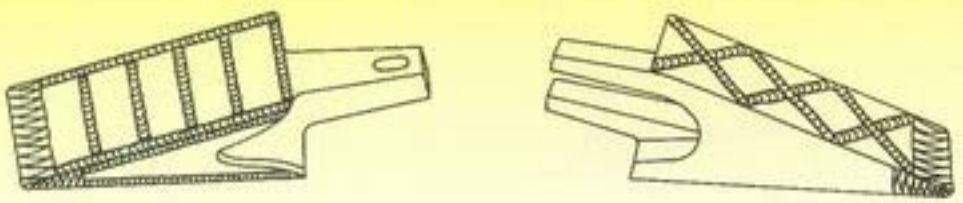
## Materiale de adaos

Refacerea formei
OK 86.08
OK Tubrodur 15.60

Încărcare dură
Abraziune + impact
OK 84.58
OK Tubrodur 15.52

Abraziune severă
OK 84.78
OK Tubrodur 14.70

# Dinţii
# Tip de uzură: abraziune - eroziune (nisip)



## Procedeu de lucru recomandat

Dinţii destinaţi lucrului în mediu abraziv precum este un sol cu granulaţie fină, se fabrică deseori din oţeluri slab aliate durificate termic, cu toate că se utilizează des şi oţeluri manganoase care se protejează împotriva uzurii prin încărcări dure sudate, aşa cum se vede din figura de mai sus. Dinţii din oţel slab aliat, se preîncălzesc la cca 200 °C. Dinţii din oţel manganos se încarcă prin sudură la rece. Modelul încărcat prin sudare şi distanţele între cordoanele de sudură depuse au o mare influenţă asupra rezistenţei piesei sudate la uzură.

Majoritatea utilajelor de săpare, lucrează în condiţii unde se află un amestec de material abraziv fin şi brut care este în contact cu suprafaţa. În astfel de cazuri se utilizează în general model de depunere tip eşichier sau rombic.

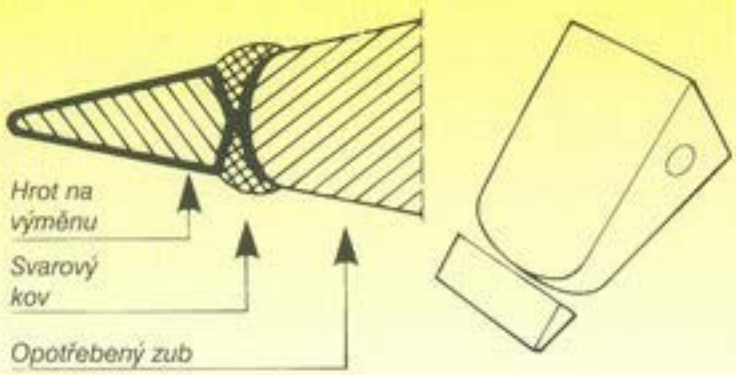
## Materiale de adaos

Refacerea formei
OK 83.28
OK Tubrodur 15.40

Încărcare dură
Abraziune + impact
OK 84.58
OK Tubrodur 15.52

Abraziune severă
OK 84.78
OK Tubrodur 14.70

# Dinţi
# - înlocuirea vârfurilor




## Procedeu de lucru recomandat

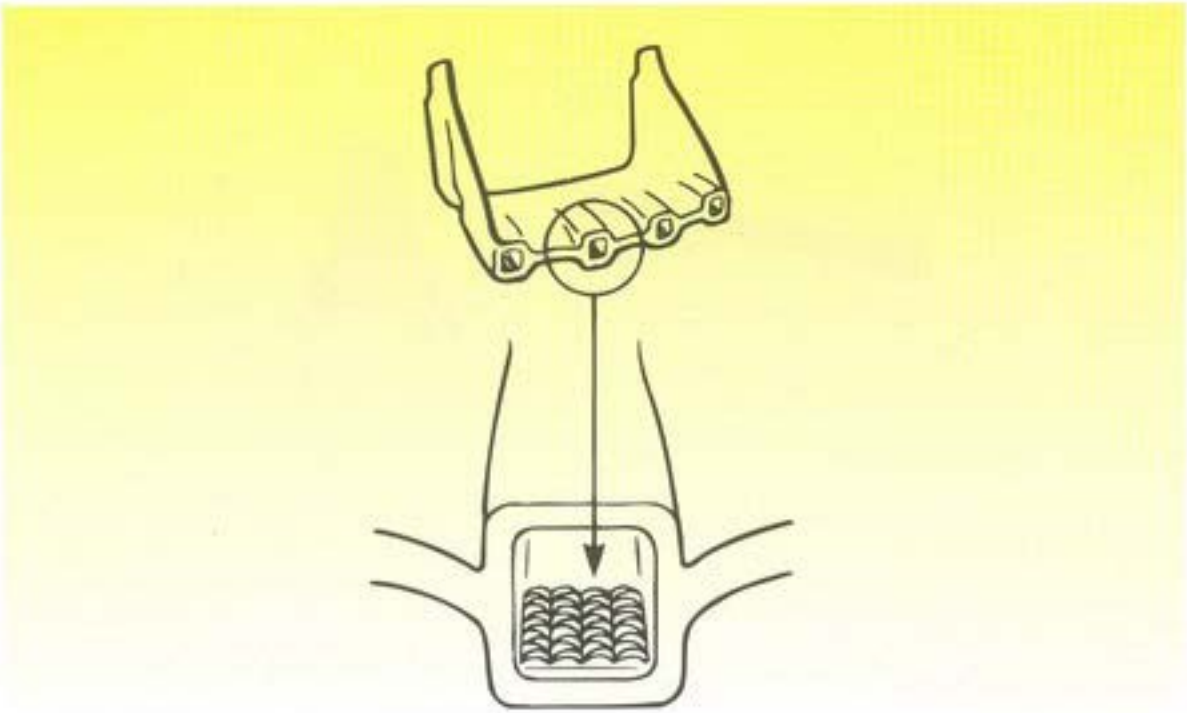
Vârfurile de rezervă se fabrică de obicei din oţel manganos dar pot fi fabricate şi din oţeluri ce se tratează termic. În ambele cazuri îmbinarea prin sudare se realizează cu materiale de adaos inoxidabile supra-aliate.

Dacă se cere o încărcare dură atunci se procedează la fel ca la dinţii brăzdarului.

## Materiale de adaos

OK 67.45, OK 67.52
OK Tubrodur 14.71

# Suporturi de dinţi



## Procedeu de lucru recomandat

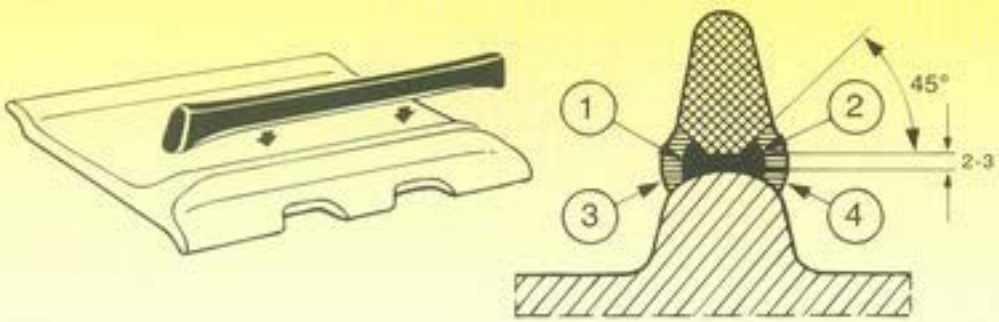
Aceste suporturi se fabrică de obicei din oţeluri slab aliate, tratate termic în vederea durificării. Suportul este sudat de buza cupei cu electrozii OK 48.05 cu preîncălzire la 150-200°C, sau cu electrozii austenitici OK 67.52, OK 68.82 fără preîncălzire.

Forma suporturilor se reface prin încărcare cu OK 83.28 sau OK Tubrodur 15.40. Dacă se cere o duritate mai mare se vor folosi materiale pentru încărcare OK 83.50 sau OK Tubrodur 15.52.

Când suportul este fabricat din oţel manganos (nemagnetic), acestea se sudează cu electrozii OK 67.45, OK 67.52 sau OK 68.82 fără preîncălzire.

## Materiale de adaos

| Sudare | Încărcare prin sudare |
|---|---|
| OK 48.05 | 30–35HRC |
| OK 67.45, OK 67.52 | OK 83.28 |
| OK 68.82 | OK Tubrodur 15.40 |
| | 55–60HRC |
| | OK 83.50 |
| | OK Tubrodur 15.52 |




## Procedeu de lucru recomandat

Repararea constă din sudarea unor bare profilate pe şinele uzate.

Curăţiţi zona de îmbinare a şinei. Sudarea barei profilate se realizează cu un rost de 2-3 mm. Ordinea de sudare este ca în figură, sudarea se începe din mijloc şi se continuă spre marginile elementului.

Se foloseşte acelaşi procedeu şi pentru şinele fabricate din oţel manganos în loc de oţel carbon.

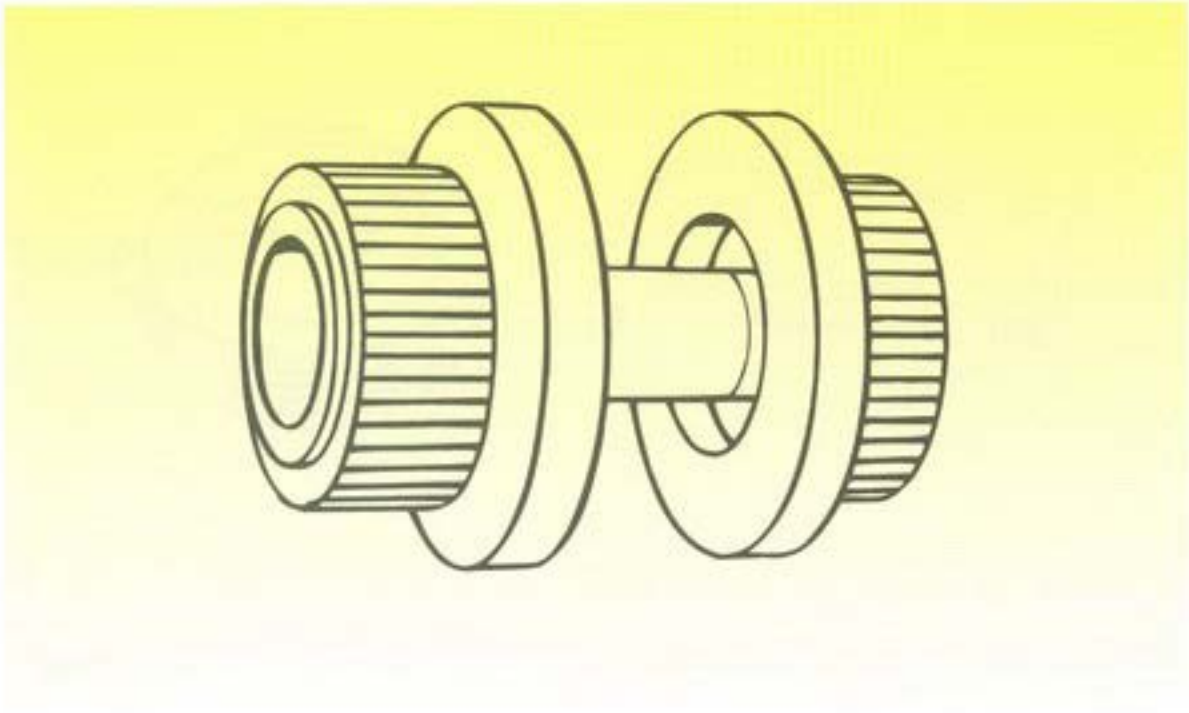
Dacă este necesar ca profilul să fie reparat numai prin încărcare cu sudură atunci se folosesc ca suport plăci de cupru, pentru a se obţine o formă corectă.

## Materiale de adaos

Sudare
OK Autrod 12.51
OK 68.82

Încărcare dură
OK Tubrodur 15.40
OK 83.50
OK 84.58
OK Tubrodur 15.52

# Role de şenilă



## Procedeu de lucru recomandat

Recondiţionarea se realizează cu precădere prin încărcare prin sudură, folosind dispozitive de rotire şi fixare.

La recondiţionarea prin sudare manuală sau semimecanizată se vor depune straturi de sudură longitudinale.

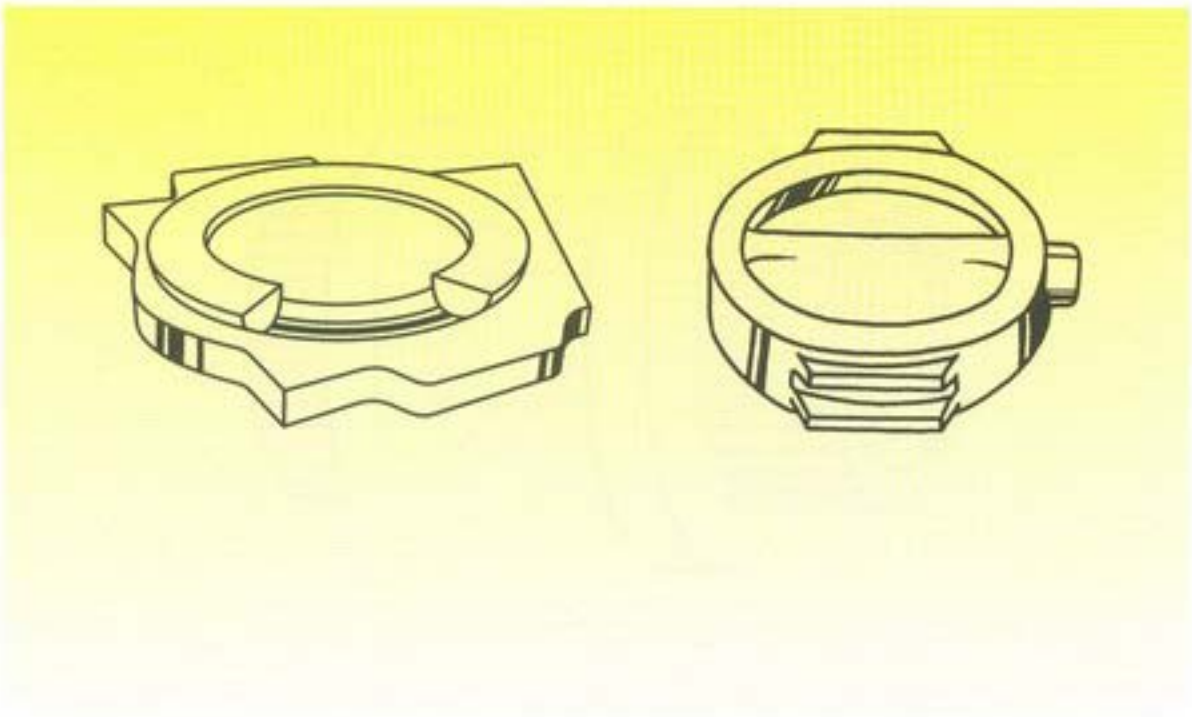
Când se încarcă cu sârma tubulară OK Tubrodur 15.40 este necesară numai o prelucrare ulterioară minimă, deoarece suprafaţa încărcată este relativ netedă. Încărcarea prin sudare se poate realiza cu acelaşi tip de sârmă şi sub strat de flux de tip OK Flux 10.71.

Toate metalele depuse prin sudare sunt prelucrabile prin aşchiere.

## Materiale de adaos

OK 83.28
OK 83.29
OK Tubrodur 15.40
OK Tubrodur 15.40/OK Flux 10.71

# Scaune de supape sau ventile, sertare pentru vane, etc.



## Procedeu de lucru recomandat

Scaunele pentru supape se fabrică din piese turnate din oţel sau piese forjate. În funcţie de dimensiuni şi de compoziţiea materialului, piesele se vor preîncălzi la 100-200°C.

Pentru obţinerea unei rezistenţe optime la coroziune şi a unei durităţi optime, este necesară depunerea a două sau trei straturi de încărcare dură.

Răcirea după sudare trebuie să fie foarte lentă. Cu toate că straturile depuse prin sudare sunt foarte tenace şi rezistente la uzură, acestea se pot prelucra prin polizare.

Pentru temperaturi peste 500°C se recomandă OK 93.06 pe bază de cobalt.

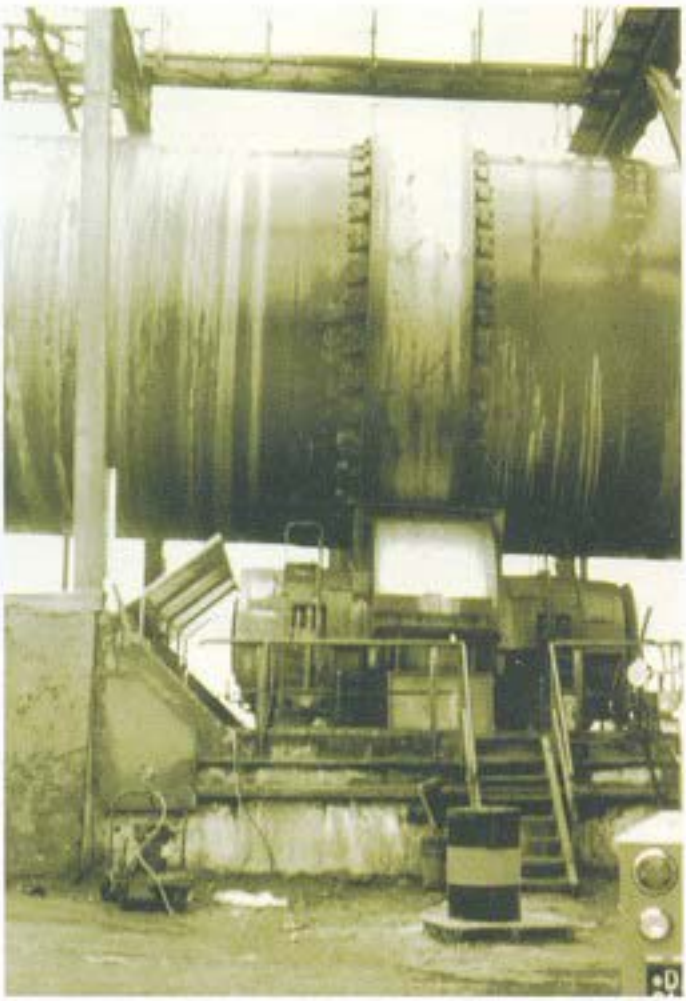
Pentru temperaturi sub 500°C se recomandă electrod de tip oţel inoxidabil cu conţinut mare de crom OK 84.42.

Pentru sudarea sertarelor fabricate din bronz se recomandă să se utilizeze electrodul OK 94.25.

## Materiale de adaos

| | |
|---|---|
| OK 93.06 | HRC 40–45 |
| OK 84.42 | HRC 44–49 |
| OK 94.25 | |

# Role şi lagăre de la cuptoarelor rotative



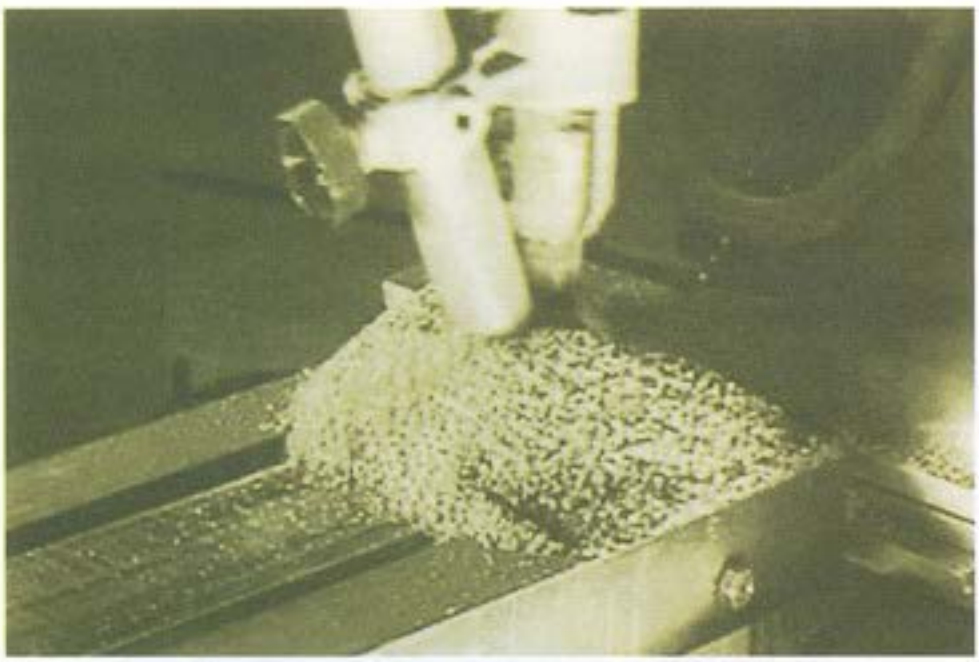
Rolele de sprijin şi lagărele cuptoarelor rotative necesită întreţinere şi reparaţii ca o consecinţă a uzurii prin contact. Morile cu bile sunt solicitate la impact şi la tensiuni care cauzează fisurarea secţiunilor de la capete. Atunci când defectele lagărelor, rolelor de sprijin sau care apar la morile cu bile se descoperă din timp, atunci este posibil ca în marea majoritate a cazurilor să fie reparate local, fără demontare.

Electrozii OK 92.26 pe bază de nichel se recomandă pentru sudarea oţelurilor cu sudabilitate redusă. De asemenea sunt foarte buni şi pentru sudarea materialelor de tip Inconel 600 şi asemănătoare şi oţeluri pentru aplicaţii la temperaturi scăzute. Metalul depus este refractar şi potrivit şi pentru sudarea oţelurilor martensitice cu cele austenitice.

## Material de adaos

OK 92.26

# Straturile dure depuse cu fluxuri de aliere



Metoda pentru obţinerea straturilor dure, prin folosirea sârmelor nealiate şi fluxuri pentru obţinerea straturilor de diferite durităţi.

## Materiale de adaos

Sârmă
OK Autrod 12.10

Fluxuri

| | |
|---|---|
| OK Flux 10.98/OK Autrod 12.10 | HRC 25-30 |
| OK Flux 10.96/OK Autrod 12.10 | HRC 30-35 |
| OK Flux 10.97/OK Autrod 12.10 | HRC 35-40 |

Duritatea rezultată depinde de tensiunea arcului, de viteza de sudare şi de lungimea liberă a sârmei în timpul sudării.

# Turbine hidraulice

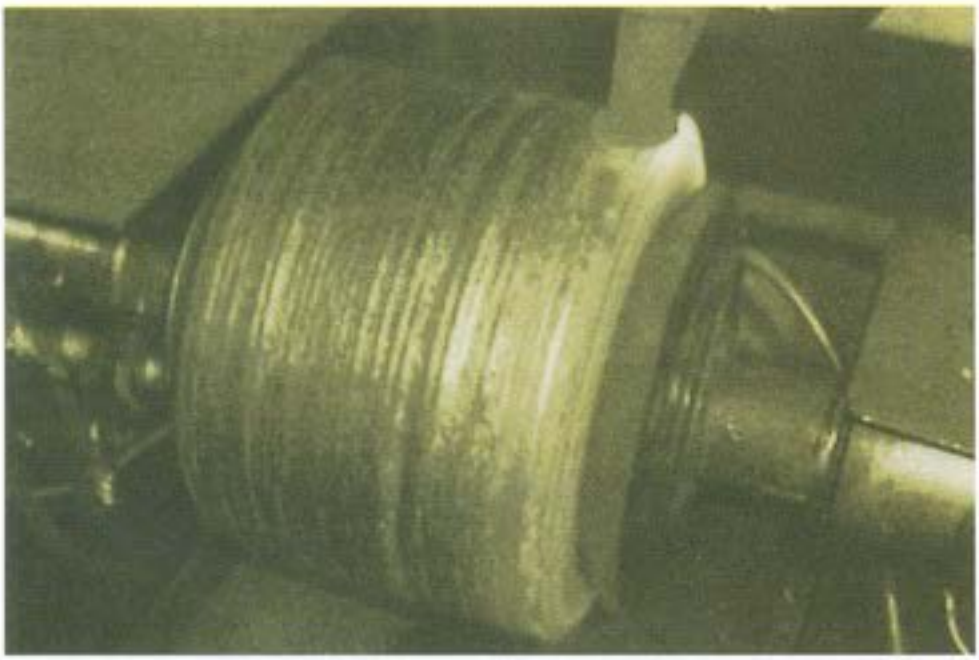
Rotoarele şi celelalte componente ale turbinelor Pelton şi Francis se fabrică din oţeluri martensitice moi, de tip 13%Cr 4%Ni şi din tipuri asemănătoare cum ar fi X4CrNi 13 4 sau X5CrNiMo 16 5 1. Pentru reparaţii prin încărcare prin sudare se folosesc următoarele tipuri de sârme tubulare:

## Materiale de adaos

Filarc PZ 6166 oţel martensitic inoxidabil 13%Cr 4.0%Ni
Filarc PZ 6176 oţel martensitic inoxidabil 16%Cr 5.0%Ni

Gaz de protecţie Ar/2%$CO_2$
Polaritatea DC+
Diametrul sârmei 1,2 mm

# Roţi de defibrare



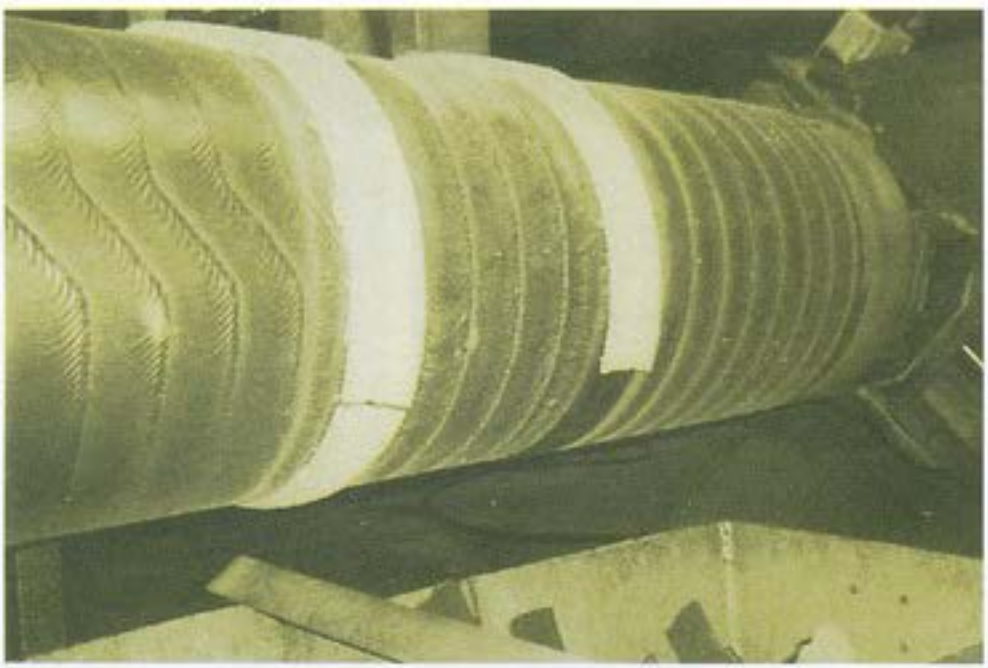
Roţile de defibrare care se folosesc la fabricarea vatei minerale necesită şi ele să fie reparate prin încărcare cu sudură. La întreţinerea preventivă se sudează câteva straturi cu sârmă tubulară Filarc PZ 6166S, eventual OK Tubrodur 15.91S.

## Materiale de adaos

Sârma tubulară cu pulbere metalică Filarc PZ 6166S ∅ 1,6 mm se foloseşte cu gaz de protecţie Ar/2%$CO_2$

OK Tubrodur 15.91S este o sârmă tubulară cu pulbere metalică, ∅ 3,0 mm destinată încărcării prin sudare sub strat de flux OK Flux 10.92.

# Cilindrii pentru turnare continuă



Pentru recomandări privind procedeul optim, vă rugăm să consultaţi cea mai apropiată sucursală a ESAB.

Se utilizează materiale de adaos care acordă metalul depus prin sudare, rezistenţă la acţiunea combinată a impactlor termice, abraziune, coroziune şi eroziune.

## Materiale de adaos

Sârme
OK Tubrodur 15.71S pentru refacerea formei
OK Tubrodur 15.72S 13% Cr Cr cu conţinut $N_2$.
Metal de încărcare prin sudare martensitic
OK Tubrodur 15.73S 13% Cr. Metal de încărcare prin sudare martensitic.
OK Tubrodur 15.79S 17% Cr
OK Band 11.82 17% Cr

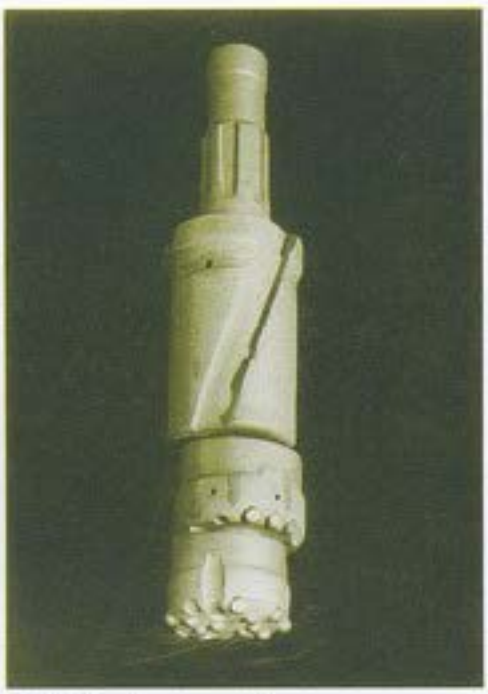
Flux pentru sârme
OK Flux 10.33

Flux pentru sudare cu bandă
OK Flux 10.07

Materiale de adaos pentru încărcare prin sudare GMAW
OK Tubrodur 15.73

# Reparaţii ale utilajelor de forat în sol

*Repararea utilajelor de forat în sol:*
*OK 83.28 pentru refacerea formei*
*OK84.84 pentru încărcare dură*



*Înainte de reparaţie*

*După reparaţie*

*Cordoanele sudate de îmbinare ale şinelor: OK 74.78*

*Repararea arsurilor de suprafaţă: OK Tubrodur 15.43*

*Încărcare prin sudare mecanizată: Railtrac BV/OK Tubrodur 15.43*

*Şine Carbon - mangan: OK Tubrodur 15.43*

*Repararea şinelor de tramvai:*
*OK 67.52*

*Şină oţel manganos:*
*OK Tubrodur 15.65,*
*Secţiune macro*

*Tipurile de materiale de sudare marcate cu galben sunt cele mai răspândite şi sunt în oferta firmei ESAB.*

# Materiale de adaos pentru sudarea fontei

ESAB

| Produs | Clasificare | Utilizare | Compoziţie tipică a metal. depus % | | Proprietăţi tipice metal depus | ∅ mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **SMAW** | | | | | | |
| OK 91.58<br>Bazic<br>DC+, AC | DIN 8573<br>E Fe-B2 | Pentru repararea defectelor mici de suprafaţă sau de turnare şi unde nu este nevoie de prelucrare | C<br>Mn | 0.07<br>1.0 | Duritatea:<br>a w 50 HRC<br>$R_m$=540 MPa<br>A=25%<br>Prelucrabilitate<br>fără | 2.5<br>3.2 |
| OK 92.18<br>Bazic<br>DC+, AC | AWS<br>A 5.15<br>ENi-CI<br>DIN 8573<br>ENi-BG11 | Pentru reparaţiile defectelor părţilor din fontă precum fisuri la blocuri-motoare, corpuri de pompe, cutii de viteză, batiuri, dar şi defecte de turnare | C<br>Fe<br>Ni | 0.9<br>4.0<br>94.0 | Duritatea:<br>a w 130 - 170 HB<br>$R_m$=300 MPa<br>A=6%<br>Prelucrabilitate<br>bună | 2.5<br>3.2<br>4.0 |
| OK 92.58<br>DC+,-<br>Bazic | AWS<br>A 5.15<br>ENiFe-CI<br>DIN 8573<br>ENiFe-1-<br>BG11 | Sudarea şi încărcarea prin sudare a pieselor din fontă, sudarea părţilor din fontă cu cele din oţel. Repararea corpurilor de pompe, părţi mecanice cu mare grosime a peretelui, dinţii roţilor dinţate, flanşe şi roţi de curea. Se pot utiliza pentru reparările fontei cu grafit nodular sau maleabile precum şi fonte aliate. | C<br>Fe<br>Ni | 1.7<br>46.0<br>50.0 | Duritatea:<br>a w 160 - 200 HB<br>$R_m$=375 MPa<br>A=12%<br>Prelucrabilitate<br>bună | 2.5<br>3.2<br>4.0<br>5.0 |
| OK 92.60<br>Bazic<br>suportă<br>încărcarea<br>înaltă cu<br>curent<br>DC+<br>AC | AWS<br>A 5.15<br>ENiFe-CI<br>DIN 8573<br>ENiFe-1-<br>BG11 | | C<br>Fe<br>Ni | 1.7<br>46.0<br>50.0 | Duritatea:<br>a w 180 - 200 HB<br>$R_m$=540 MPa<br>A=12%<br>Prelucrabilitate<br>bună | 2.5<br>3.2<br>4.0<br>5.0 |
| OK 92.78<br>Bazic<br>DC+<br>AC | DIN 8573<br>E NiCu-<br>BG31 | Aliajul de tip monel pentru sudare şi reparaţii ale pieselor din fontă cenuşie, cu grafit nodular şi maleabilă. Conferă stratului depus o culoare asemănătoare materialului de bază. | C<br>Fe<br>Cu<br>Ni | 0.7<br>3.0<br>32.0<br>bal. | Duritatea:<br>a w 140 - 160 HB<br>$R_m$=350 MPa<br>A=12%<br>Prelucrabilitate<br>bună | 2.5<br>3.2<br>4.0 |
| **FCAW** | | | | | | |
| OK<br>Tubrodur<br>15.66,<br>DC+<br>Gaz de<br>protecţie:<br>Ar/2%$O_2$ | | Sârma tubulară pentru sudare şi încărcare prin sudare a pieselor din fontă şi pentru sudarea fontei cu oţel. Repararea pompelor, pieselor mecanice cu o mare grosime de perete şi aşa mai departe. | C<br>Fe<br>Cu<br>Ni | 0.1<br>bal.<br>2.5<br>50.0 | $R_m$=500 MPa<br>A=12%<br>Prelucrabilitate<br>bună | 1.2 |

# Materiale de adaos pentru strat tampon, pentru oţeluri greu sudabile şi pentru îmbinări eterogene

ESAB

| Produs<br>SMAW | Clasificare | Utilizare | Proprietăţi tipice metal depus | ∅ mm |
|---|---|---|---|---|
| OK 67.42<br>Rutilic<br>Randament mare de depunere<br>AC, DC+ | EN 1600<br>E 18 8 Mn R 7 3<br>AWS 5.4<br>(E307-17) | Pentru sudarea oţelurilor manganoase sau călite şi pentru straturi tampon înainte de încărcare prin sudare. Metalul de sudare e extrem de tenace şi capabil să absoarbe tensiunea. | C=0.1 Mn=6<br>Cr=18 Ni=9<br>aw 200 HB<br>wh 400 HB<br>$R_m$=600 MPa<br>A=45% | 2.5<br>3.2<br>4.0<br>5.0 |
| OK 67.52<br>bazic<br>DC+ | EN 1600<br>E 18 8 Mn B 4 2<br>AWS 5.4<br>(E307-15) | | C=0.1 Mn=6<br>Cr=18 Ni=9<br>aw 200 HB<br>wh 400 HB<br>$R_m$=620 MPa<br>A=40% | 2.5<br>3.2<br>4.0<br>5.0 |
| OK 67.52<br>bazic<br>Randament mare de depunere<br>DC+,AC<br>AC OCV 70 | EN 1600<br>E 18 8 Mn B 8 3<br>AWS 5.4<br>(E307-25) | La fel ca precedent dar cu randament mare de depunere | C=0.1 Mn=6<br>Cr=18 Ni=9<br>aw 200 HB<br>wh 400 HB<br>$R_m$=630 MPa<br>A=45% | 2.5<br>3.2<br>4.0<br>5.0 |
| OK 68.81<br>DC +AC<br>rutilic | EN 1600<br>E 29 9 R 3 2<br>AWS E 312-17 | Electrod de mare rezistenţă pentru sudarea oţelurilor cu un conţinut mare de carbon, oţeluri de scule şi îmbinări eterogene. | C=0.1 Cr=29 Ni=10<br>aw 230 HB<br>wh 450 HB<br>$R_m$=790 MPa<br>A=25% | 2.5<br>3.2<br>4.0<br>5.0 |
| OK 68.82<br>DC +AC<br>rutilic | EN 1600<br>E 29 9 R 1 2 | | C=0.1 Cr=29<br>Ni=10<br>aw 240 HV<br>wh 450 HV | 2.5<br>3.2<br>4.0<br>5.0 |
| OK 92.26<br>bazic<br>DC +AC | AWS 5.11<br>ENiCrFe-3<br>DIN 1736<br>EL-NiCr15FeMn | Pentru sudare şi încărcare prin sudare a pieselor mari şi cu pereţi groşi din oţeluri greu sudabile şi pentru straturi tampon. Potrivit de asemenea pentru sudarea nichelului şi a aliajelor de nichel. Utilizarea tipică e repararea bandajelor la cuptoare rotative | C≤0.1 Mn=6 Cr=16<br>Ni=70<br>Nb=2<br>$R_m$=640 MPa<br>A=40% | 2.5<br>3.2<br>4.0<br>5.0 |
| **FCAW** | | | | |
| OK Tubrodure 14.71 rutilic<br>Gaz de protecţie: nu (protecţia proprie) | | Sârma tubulară inoxidabilă pentru sudare şi încărcare prin sudare a oţelurilor cu 14%Mn sau a oţelurilor călibile şi pentru straturi tampon. | C=0.1 Mn=6<br>Cr=18 Ni=8<br>aw 200 HB<br>wh=400 HB<br>$R_m$=640 MPa<br>A=35% | 1.6 |

# Materiale de adaos pentru strat tampon, pentru oţeluri greu sudabile şi pentru îmbinări eterogene

| Produs<br>SMAW | Clasificare | Utilizare | Proprietăţi tipice metal depus | ∅ mm |
|---|---|---|---|---|
| OK Autrod 16.75<br>Gaz de protecţie:<br>Ar/1-3%$O_2$<br>Ar/1-%$CO_2$ | EN 12072: G 29 9<br>AWS A5.9: ER 312 | Sârma inoxidabilă pentru sudarea oţelurilor cu conţinut mare de carbon, a oţelurilor de scule şi pentru îmbinări eterogene. | C=0.1 Cr=29<br>Ni=9<br>aw 230 HB<br>wh 450 HB<br>$R_m$=770 MPa<br>A=>20% | 0.8<br>1.0<br>1.2<br>1.6 |
| OK Autrod 16.95<br>Gaz de protecţie<br>Ar/1-3%$O_2$<br>Ar/1%$CO_2$ | EN 12072: G 18 8 Mn | Sârma inoxidabilă pentru sudare şi încărcare prin sudare a oţelurilor cu 14% mangan şi sudarea îmbinărilor eterogene. | C=0.1 Mn=6<br>Cr=18 Ni=10<br>aw 200 HB<br>wh 400 HB<br>$R_m$=640 MPa<br>A=40% | 0.8<br>1.0<br>1.2<br>1.6 |

# Materiale pentru sudarea oţelurilor manganoase - utilizare la solicitare la impact şi uzură

ESAB

| Produs<br>SMAW | Clasificare | Utilizare | Compoziţie tipică a metal. depus % | | Proprietăţi tipice metal depus | ∅ mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| OK 86.08<br>Bazic<br>DC+, AC<br>AC OCV 70V | DIN 8555<br>E 7-UM-200<br>-K | Încărcare prin sudare şi refacerea părţilor din oţel manganos expuse la impact şi la presiuni mari ca la: fălci de ciocane, conuri şi învelişuri ale concasoarelor. Metalul depus se ecruisează, temperatură interstrat < 200°C | C<br>Mn | 1.1<br>13.0 | Duritatea:<br>a w 180-200 HB<br>Duritatea:<br>w h 44-48 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>prin polizare<br>Rezistenţa la impact:<br>extraordinară | 3.2<br>4.0<br>5.0 |
| OK 86.20<br>rutil bazic<br>DC+, AC<br>AC OCV 60V | DIN 8555<br>E 7-UM-200<br>-K | La fel ca la OK 86.08 dar ecruisare mai redusă. Rezistenţa la abraziune este mai mare. | C<br>Mn<br>Cr<br>Ni | 0.8<br>13.0<br>4.5<br>3.5 | Duritatea:<br>a w 200-220 HB<br>Duritatea:<br>w h 37-41 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>prin polizare<br>Rezistenţa la impact:<br>extraordinară | 3.2<br>4.0 |
| OK 86.28<br>Bazic<br>Randament mare de depunere<br>DC+, AC<br>AC OCV 70V | AWS A5.13<br>EFeMn-A | La fel ca la OK86.20 dar este mai rezistent la fisurare. Se utilizează pentru încărcare prin sudură a inimilor de macazuri feroviare. | C<br>Mn<br>Ni | 0.8<br>14.0<br>3.5 | Duritatea:<br>a w 160-180 HB<br>Duritatea:<br>w h 42-46 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>prin polizare<br>Rezistenţa la impact:<br>extraordinară | 3.2<br>4.0<br>5.0 |
| OK 86.30<br>rutil bazic<br>Randament mare de depunere<br>DC+, AC<br>AC OCV 60V | | La fel ca la OK 86.08 dar rezistent la coroziune. Potrivit pentru sudarea multistrat şi pentru sudarea oţelurilor manganoase cu cele carbon - mangan. | C<br>Mn<br>Cr<br>Ni | 0.3<br>14.0<br>18.0<br>1.5 | Duritatea:<br>a w 190-210 HB<br>Duritatea:<br>w h 40-44 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>prin polizare<br>Rezistenţa la impact:<br>extraordinară<br>Rezistenţa la abraziune:<br>excelentă<br>Rezistenţa la coroziune:<br>foarte bună | 3.2<br>4.0 |

# Materiale pentru sudarea oţelurilor manganoase - utilizare la solicitare la impact şi uzură

| Produs<br>FCAW | Clasificare | Utilizare | Gaz de protecţie/<br>OK Flux 10.xx | Compoziţie tipică a metal. depus % | | Proprietăţi tipice metal depus | ∅ mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OK Tubrodur<br>15.60<br>rutilic<br>DC+ | | Încărcare prin sudare cu oţeluri austenitice cu 13% Mn utilizate la lucrări de terasament şi în minerit, unde e nevoie de rezistenţa maximă la impact, temperatură interstrat < 200°C | Autoprotecţie sau $CO_2$ | C<br>Si<br>Mn<br>Ni | 0.9<br>0.4<br>13.0<br>3.0 | Duritatea:<br>a w 200-250 HB<br>w h 400-450 HV<br>Prelucrabilitate:<br>prin polizare<br>Rezistenţa la impact:<br>extraordinară | 1.6 |
| OK Tubrodur<br>15.65<br>rutilic<br>DC+ | | Refacerea formei pieselor din oţeluri slab aliate şi cu 13% mn. Metalul depus rezistă excelent la combinaţia abraziune şi impact. Fălcile şi ciocanele concasoarelor, defecte la suprafaţa şinelor, dinţii excavatoarelor. Se poate încărca şi sub fluxul OK Flus 10.61, temperatură interstrat < 200°C. | Autoprotecţie sau $CO_2$ | C<br>Mn<br>Cr<br>Ni<br>Mo<br>V | 0.3<br>13.5<br>14.5<br>1.5<br>0.8<br>0.4 | Duritatea:<br>a w 200-250 HV<br>w h 400-500 HV<br>Prelucrabilitate:<br>prin polizare<br>Rezistenţa la impact:<br>extraordinară<br>Rezistenţa la abraziune:<br>bună<br>Rezistenţa la coroziune:<br>foarte bună | 1.6 |

# Materiale de adaos pentru oţeluri de scule şi oţeluri pentru aplicaţii la temperaturi înalte

ESAB

| Produs<br>SMAW | Clasificare conform DIN 8555 | Utilizare | Compoziţie tipică a metal. depus % | | Proprietăţi tipice metal depus | ∅ mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| OK 84.52<br>Bazic<br>DC+, AC<br>AC OCV<br>70V | E 6-UM-55<br>-GR | Repararea matriţelor uzate cu material asemănător.<br>Fabricarea sculelor de extrudare, de forfecare şi de tăiere din oţeluri carbon şi oţeluri aliate | C<br>Cr | 0.25<br>13.0 | Duritatea:<br>a w 50-56 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>prin polizare<br>Rezistenţa la abraziune:<br>foarte bună<br>Rezistenţa la uzură la temperaturi mari:<br>foarte bună<br>Rezistenţa la coroziune:<br>foarte bună | 2.5<br>3.2<br>4.0 |
| OK 85.58<br>Bazic<br>DC+, AC<br>AC OCV<br>70V | E 3-UM-50<br>-ST | Repararea poansoanelor defectate sau uzate, matriţelor de ştanţare sau de forjare care lucrează la cald | C<br>Cr<br>W<br>Co | 0.35<br>1.8<br>8<br>2 | Duritatea:<br>a w 46-52 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>prin polizare<br>Rezistenţa la abraziune:<br>bună<br>Rezistenţa la uzură la temperaturi mari:<br>foarte bună | 2.5<br>3.2<br>4.0<br>5.0 |
| OK 85.65<br>Bazic<br>DC+, AC<br>AC OCV<br>70V | E 4-UM-60<br>-S | Repararea pieselor din oţel rapid şi fabricarea sculelor compuse pentru perforare, forfecare şi tăiere | C<br>Cr<br>Mo<br>W<br>V | 0.9<br>4.5<br>7.5<br>1.8<br>1.5 | Duritatea:<br>a w 56-62 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>prin polizare<br>Rezistenţa la abraziune:<br>foarte bună<br>Rezistenţa la uzură la temperaturi mari:<br>foarte bună | 2.5<br>3.2<br>4.0 |
| OK 92.35<br>Bazic<br>DC+, AC<br>AC OCV<br>70V | E 23-UM<br>-250-CKT<br>AWS A5.11<br>–E Ni Cr<br>Mo-5 | Pentru cazuri de uzură la temperaturi extrem de mari cum sunt matriţe de forjare, scule pentru străpungere şi forfecare la cald.<br>De asemenea pentru sudare şi încărcare prin sudare cu aliaje de tip Nimonic şi Inconel. | C<br>Cr<br>Mo<br>Fe<br>Ni | 0.1<br>16<br>17<br>6.0<br>bal. | Duritatea:<br>a w 240-260 HV<br>w h 40-45 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>medie<br>Rezistenţa la uzură la temperaturi mari:<br>excelentă<br>Rezistenţa la coroziune:<br>foarte bună | 2.5<br>3.2<br>4.0<br>5.0 |

# Materiale de adaos pentru oţeluri de scule şi oţeluri pentru aplicaţii la temperaturi înalte

| Produs<br>SMAW | Clasificare conform DIN 8555 | Utilizare | Compoziţie tipică a metal. depus % | | Proprietăţi tipice metal depus | ∅ mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| OK 93.01<br>rutilic<br>Randament mare de depunere<br>DC+, AC<br>AC OCV 65V | E 20-UM -55-CTZ<br>AWS 5.13 ECoCr-C | Încărcare prin sudare a matriţelor, a supapelor, a sculelor pentru tăierea sticlei, a duzelor de arzătoare şi aşa mai departe | C<br>Cr<br>W<br>Fe<br>Co | 2.2<br>30<br>12.5<br>3.0<br>bal. | Duritatea:<br>q w 55 HRC<br>Duritate la cald:<br>600°C 800°C<br>~44 HRC ~34 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>numai prin polizare<br>Rezistenţa la abraziune:<br>excelentă<br>Rezistenţa la uzură la temperaturi mari:<br>excelentă<br>Rezistenţa la coroziune:<br>excelentă | 3.2<br>4.0 |
| OK 93.06<br>rutilic<br>Randament mare de depunere<br>DC+, AC<br>AC OCV 65V | E 20-UM -40-CTZ<br>AWS 5.13 ECoCr-A | Încărcare prin sudare a sculelor pentru forfecare la cald, pentru duze de abur, supape de refulare | C<br>Si<br>Mn<br>Cr<br>W<br>Fe<br>Co | 1.0<br>0.9<br>1.0<br>28.0<br>4.5<br>3.0<br>bal. | Duritatea:<br>a w ~ 42 HRC<br>Duritate la cald:<br>300°C 600°C<br>~35 HRC ~29 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>cu scule din carburi<br>Rezistenţa la abraziune:<br>foarte bună<br>Rezistenţa la uzură la temperaturi mari:<br>excelentă<br>Rezistenţa la coroziune:<br>excelentă | 2.5<br>3.2<br>4.0<br>5.0 |
| OK93.07<br>rutilic<br>Randament mare de depunere<br>DC+, AC<br>AC OCV 65V | E 20-UM -300-CTZ | Încărcare prin sudare a părţilor care lucrează la cald - matriţe, scule de forfecare, supape de refulare, suprafeţe glisante. Se poate utiliza şi ca strat tampon înainte de încărcare prin sudare cu electrozii OK 93.01, OK 93.02, OK 93.03 | C<br>Cr<br>Ni<br>Mo<br>Fe<br>Co | 0.3<br>28.0<br>3.5<br>5.5<br>2.0<br>bal. | Duritatea:<br>a w ~30 HRC<br>w h ~45 HRC<br>Duritate la cald:<br>300°C, 280 HB<br>Prelucrabilitate:<br>cu scule din carburi<br>Rezistenţa la abraziune:<br>foarte bună<br>Rezistenţa la impact:<br>bună<br>Rezistenţa la coroziune:<br>excelentă | 3.2<br>4.0<br>5.0 |

# Materiale de adaos pentru oţeluri de scule şi oţeluri pentru aplicaţii la temperaturi înalte

ESAB

| Produs<br>SMAW | Clasificare conform DIN 8555 | Utilizare | Compoziţie tipică a metal. depus % | | Proprietăţi tipice metal depus | ∅ mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| OK 93.12<br>rutilic<br>Randament mare de depunere<br>DC+, AC<br>AC OCV 65V | E 20-UM -50-CTZ<br>AWS 5.13 ECoCr-B | Încărcare prin sudare a cilindrilor la cald, a roţilor defibratoarelor, arborilor de prese, a lamelor de fierăstrău-panglică, melci de alimentare şi scule pentru prelucrarea lemnului | C<br>Cr<br>W<br>Fe<br>Co | 1.4<br>28.0<br>8.5<br>3.0<br>bal. | Duritatea:<br>a w ~46 HRC<br>Duritate la cald:<br>300°C 600°C<br>~37 HRC ~32 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>cu scule cu carburi<br>Rezistenţa la abraziune:<br>foarte bună<br>Rezistenţa la uzură la temperaturi mari:<br>excelentă<br>Rezistenţa la coroziune:<br>excelentă | 3.2<br>4.0<br>5.0 |
| **FCAW** | | | | | | |
| OK Tubrodur 15.84<br>Cu pulbere metalică<br>DC+<br>Gaz de protecţie:<br>CO2 | | Repararea poansoanelor care lucrează la cald, a matriţelor de forjare şi de ştanţare | C<br>Cr<br>Mo<br>V<br>Co<br>W | 0.4<br>1.8<br>0.4<br>0.4<br>2.0<br>8.0 | Duritatea:<br>a w 49-55 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>numai prin polizare<br>Rezistenţa la abraziune:<br>bună<br>Rezistenţa la uzură la temperaturi mari:<br>foarte bună | 1.6 |
| OK Tubrodur 15.86<br>Cu pulbere metalică<br>DC+<br>Gaz de protecţie:<br>Ar | | Se potriveşte pentru supape din industria chimică şi de refulare, matriţe de forjare, diferite piese în energetică şi industria pentru fabricarea şi prelucrarea maselor plastice şi a hârtiei şi în industria cauciucului | C<br>Cr<br>Ni<br>W<br>Fe<br>Co | 1.0<br>27.0<br>2.5<br>4.0<br>5.0<br>bal. | Duritatea:<br>a w ~40 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>cu scule cu carburi<br>Rezistenţa la impact:<br>acceptabilă<br>Rezistenţa la abraziune metal-metal:<br>bună<br>Rezistenţa la abraziune:<br>excelentă<br>Rezistenţa la uzură la temperaturi mari:<br>foarte bună<br>Rezistenţa la coroziune:<br>excelentă | 1.2<br>1.6 |

# Electrozi pentru încărcare prin sudare şi refacerea formei

| Produs | Clasificare conform DIN 8555 | Utilizare | Compoziţie tipică a metal. depus % | | Proprietăţi tipice metal depus | ∅ mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| OK 83.27<br>bazic<br>DC+, AC<br>AC OCV<br>70V | E 1-UM<br>-350 | Dezvoltat în special pentru repararea şinelor | C<br>Cr | 0.2<br>3.2 | Duritatea:<br>a w 35 HRC<br>Prelucrabilitate: bună<br>Rezistenţa la impact:<br>foarte bună<br>Rezistenţa la uzură<br>metal - metal:<br>foarte bună | 4.0<br>5.0 |
| OK 83.28<br>bazic<br>DC+, AC<br>AC OCV<br>70V | E 1-UM<br>-300 | Pentru refacerea formei şi strat suport pentru depuneri cu duritate sporită. Piesele din laminoare, cilindri de calibrare, angrenaje, şine, şenile şi lagăre de rulmenţi. | C<br>Cr | 0.1<br>3.2 | Duritatea:<br>a w 30 HRC<br>Prelucrabilitate: bună<br>Rezistenţa la impact:<br>foarte bună<br>Rezistenţa la uzură<br>metal - metal:<br>foarte bună | 2.5<br>3.2<br>4.0<br>5.0 |
| OK 83.29<br>bazic<br>randament<br>mare de de-<br>punere<br>DC+, AC<br>AC OCV<br>70V | E 1-UM<br>-300 | La fel ca la OK 83.28 | C<br>Cr | 0.1<br>3.2 | Duritatea:<br>a w 30 HRC<br>Prelucrabilitate: bună<br>Rezistenţa la impact:<br>foarte bună<br>Rezistenţa la uzură<br>metal - metal:<br>foarte bună | 3.2<br>4.0<br>5.0 |
| OK 83.28<br>rutilic<br>DC+, AC<br>AC OCV<br>55V | E 1-UM<br>-350 | La fel ca la OK 83.28 | C<br>Cr | 0.1<br>3.2 | Duritatea:<br>a w 30 HRC<br>Prelucrabilitate: bună<br>Rezistenţa la impact:<br>foarte bună<br>Rezistenţa la uzură<br>metal - metal:<br>foarte bună | 3.2<br>4.0<br>5.0 |
| OK 83.50<br>rutilic<br>DC+, AC<br>AC OCV<br>45V | E 6-UM<br>-55 | Electrod special pentru încărcare prin sudare cu transformatoare hobby mici cu tensiuni reduse de mers în gol. Se potrivesc pentru repararea utilajelor uzate din agricultură şi silvicultură. | C<br>Cr<br>Mo | 0.4<br>6.0<br>0.6 | Duritatea:<br>a w 50-60 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>numai prin polizare<br>Rezistenţa la abraziune:<br>foarte bună | 2.5<br>3.2<br>4.0<br>5.0 |
| OK 83.53<br>bazic<br>DC+, AC<br>AC OCV<br>65V | E 6-UM<br>-60 | Electrod rezistent la combinaţia de abraziune şi impact mecanic. Elemente pentru concasoare de piatră şi utilaje de foraj | C<br>Cr<br>Mo<br>Nb | 0.5<br>7.5<br>1.2<br>0.5 | Duritatea:<br>a w 50-60 HRC<br>Rezistenţa la impact:<br>excelentă<br>Rezistenţa la abraziune:<br>excelentă<br>Prelucrabilitate:<br>numai prin polizare | 3.2<br>4.0<br>5.0 |

# Electrozi pentru încărcare prin sudare şi refacerea formei

| Produs | Clasificare conform DIN 8555 | Utilizare | Compoziţie tipică a metal. depus % | | Proprietăţi tipice metal depus | ∅ mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| OK 83.65<br>bazic<br>DC+, AC<br>AC OCV<br>70V | E 2-UM-60 | Pentru piese solicitate la abraziune severă cu piatră, cărbuni, minereuri sau cu pământ. Melci de alimentare, role, bene de drage, elemente din utilaje de mină şi concasoare | C<br>Si<br>Cr | 0.75<br>4.0<br>2.0 | Duritatea:<br>a w 58-63 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>numai prin polizare<br>Rezistenţa la abraziune:<br>foarte bună | 3.2<br>4.0 |
| OK 84.42<br>rutilic<br>DC+, AC<br>AC OCV<br>70V | E 5-UM-45<br>-R | Pentru scaune de supape, roţi dinţate, arbori şi cuţite. Îşi păstrează duritatea până la 500°C. | C<br>Cr | 0.12<br>13.0 | Duritatea:<br>a w 40-46 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>cu scule cu carburi<br>Rezistenţa la uzură<br>metal - metal:<br>foarte bună Rezistenţa<br>la uzură la temp. mari:<br>foarte bună<br>Rezistenţa la coroziune:<br>excelentă | 2.5<br>3.2<br>4.0<br>5.0 |
| OK 84.52<br>rutilic<br>DC+, AC<br>AC OCV<br>70V | E 6-UM-55<br>-R | La fel ca la OK 84.42 dar conferă duritate mai mare | C<br>Cr | 0.25<br>13.0 | Duritatea:<br>a w 50-56 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>numai prin polizare<br>Rezistenţa la uzură<br>metal - metal:<br>bună<br>Rezistenţa la uzură la<br>temp. mari:<br>foarte bună<br>Rezistenţa la coroziune:<br>foarte bună | 2.5<br>3.2<br>4.0<br>5.0 |
| OK 84.58<br>bazic<br>DC+, AC<br>AC OCV<br>65V | E 6-UM-55<br>-GR | Încărcare prin sudare la utilaje agricole şi silvicole, încărcătoare şi agitatoare. Se recomandă ca strat superior pentru depuneri ecruisabile. Se încarcă prin sudare muchiile şi tipar grilă pentru sprafaţă. | C<br>Si<br>Mn<br>Cr | 0.7<br>0.6<br>0.7<br>10.0 | | 2.5<br>3.2<br>4.0<br>5.0 |

# Electrozi pentru încărcare prin sudare şi refacerea formei

| Produs | Clasificare conform DIN 8555 | Utilizare | Compoziţie tipică a metal. depus % | | Proprietăţi tipice metal depus | ∅ mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| OK 84.78<br>rutilic<br>randament mare de depunere<br>DC+, AC<br>AC OCV 50V | E 10-UM -60-CZ | Părţi solicitate mai ales la abraziune dar şi în medii corozive şi/sau la temperaturi ridicate.<br>Maşini de terasament, agitatoare, melci de alimentare, aspiratoare de praf şi concasoare | C<br>Cr | 4.5<br>33.0 | Duritatea:<br>a w 59-63 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>numai prin polizare<br>Rezistenţa la abraziune:<br>excelentă<br>Rezistenţa la uzură la temp. mari:<br>bună<br>Rezistenţa la coroziune:<br>excelentă | 2.5<br>3.2<br>4.0<br>5.0 |
| OK 84.80<br>acid<br>randament mare de depunere<br>DC+, | | Mai ales pentru utilizare la temperaturi mari precum şi la pluguri pentru cenuşă de termocentrală, melci de alimentare şi părţile utilajelor de sinterizare.<br>Rezistenţa bună până la 700°C | C<br>Si<br>Cr<br>Mo<br>Nb<br>W<br>V | 5.0<br>2.0<br>23.0<br>7.0<br>7.0<br>2.0<br>1.0 | Duritatea:<br>a w 62-66 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>numai prin polizare<br>Rezistenţa la abraziune:<br>excelentă<br>Rezistenţa la uzură la temp. mari:<br>foarte bună<br>Rezistenţa la coroziune:<br>excelentă | 3.2<br>4.0 |
| OK 84.84<br>bazic<br>DC+, AC<br>AC OCV 45V | E 10-UM -60-GP | Elemente expuse abraziunii severe cum sunt utilaje de foraj, ciocane, cuţite de screpere, melci de alimentare.<br>Foarte potrivit pentru încărcarea muchiilor.<br>O mare duritate deja în primul strat. | C<br>Si<br>Cr<br>V<br>Ti | 3.0<br>2.0<br>6.3<br>5.0<br>5.0 | Duritatea:<br>a w 62 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>numai prin polizare<br>Rezistenţa la abraziune:<br>excelentă | 2.5<br>3.2<br>4.0 |

# Materiale de încărcare prin sudare sub strat de flux

| Produs | Clasificare | Utilizare | Flux | Compoziţie tipică a metal. depus % | | ∅ mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| OK Tubrodur 15.71S cu pulbere metalică | | Încărcare prin sudare a cilindrilor de turnare continuă | OK Flux 10.33 | C<br>Cr<br>Mn<br>Mo<br>Nb | 0.03<br>4.9<br>0.6<br>1.3<br>1.8 | 4.0 |
| OK Tubrodur 15.72S cu pulbere metalică | | Încărcare prin sudare a cilindrilor de turnare continuă | OK Flux 10.33 | C<br>Cr<br>Mn<br>Mo<br>$N_2$<br>Nb<br>V | 0.03<br>13.0<br>0.6<br>1.3 Ni<br>0.009<br>0.12<br>0.12 | 2.4<br>3.0 |
| OK Tubrodur 15.73S cu pulbere metalică | | Încărcare prin sudare a cilindrilor de turnare continuă | OK Flux 10.33 | C<br>Cr<br>Mn<br>Mo<br>Ni<br>Nb<br>V | 0.03<br>13.0<br>0.6<br>1.3<br>4.5<br>0.12<br>0.12 | 3.0 |
| OK Tubrodur 15.79S cu pulbere metalică | | 17 %Cr pentru încărcare prin sudare a cilindrilor de turnare continuă | OK Flux 10.33 | C<br>Si<br>Cr<br>Ni<br>Mo<br>Mn | 0.06<br>1.10<br>17.0<br>5.5<br>1.1<br>1.2 | 3.0 |
| OK Tubrodur 15.91S | | Încărcarea prin sudare a roţilor de defibratoare pentru fabricarea vatei minerale | OK 10.92 | C<br>Si<br>Mn<br>Cr<br>Mo<br>Ni | 0.04<br>1.0<br>0.2<br>22.0<br>1.2<br>4.0 | 3.0 |

# Materiale de încărcare prin sudare sub strat de flux

| Produs | Flux | Duritatea stratului HRC | Compoziţia chimică tipică |
|---|---|---|---|
| OK Autrod 12.10 | OK Flux 10.98 | 25 - 30 | C 0.05, Si 1.4, Mn 0.6, Cr 2.5 |
| OK Autrod 12.10 | OK Flux 10.96 | 30 - 35 | C 0.06, Si 1.2, Mn 0.8, Cr 3.3 |
| OK Autrod 12.10 | OK Flux 10.97 | 34 - 40 | C 0.13, Si 1.0, Mn 2.4, Cr 1.4 |

Fluxurile aglomerate de aliere cu Cr sunt destinate încărcării prin sudare cu sârma nealiată OK Autrod 12.10.
Consumul de flux şi gradul de aliere cu Cr cresc sau scad funcţie de tensiunea arcului. De asemenea depind de lungimea liberă a sârmei şi de viteza de încărcare prin sudare.
Aceste combinaţii de sârmă - flux lucrează bine atât cu curent de sudare AC şi cât şi DC.
Legarea sârmei la polul pozitiv duce la creşterea aportului de căldură şi la reducerea ratei de depunere.
Legarea sârmei la polul negativ duce la creşterea ratei de depunere, ca şi o lungime liberă mai mare.

# Sârme tubulare pentru încărcare prin sudare şi refacerea formei

ESAB

| Produs | Clasificare DIN 8555 | Utilizare | Gaz de protecţie /Flux | Compoziţie tipică a metal. depus % | | Proprietăţi tipice metal depusare | ∅ mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OK Tubrodur 14.70 rutilic DC+ | MF 10-GF-55-GTZ | Palele amestecătoarelor, bene şi alte piese ale maşinilor de terasament şi minerit unde se cere rezistenţa excepţională la abraziune. | Autoprotecţie | C<br>Cr<br>Mo<br>V | 3.5<br>21.0<br>3.5<br>0.4 | Duritatea:<br>a w 50-60 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>numai prin polizare<br>Rezistenţa la abraziune:<br>excelentă<br>Rezistenţa la uzură la temp. ridicate:<br>foarte bună<br>Rezistenţa la coroziune:<br>bună | 1.6 |
| OK Tubrodur 15.39 Cu pulbere metalică DC+ | MF 1-GF-300P | Pentru repararea arborilor uzaţi, a elementelor şi a rolelor de benzi, a roţilor dinţate şi pentru straturi tampon | $CO_2$ | C<br>Cr | 0.2<br>2.0 | Duritatea:<br>a w 27-36 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>bună<br>Rezistenţa la impact:<br>bună<br>Rezistenţa la uzură metal - metal<br>foarte bună | 1.6 |
| OK Tubrodur 15.40 rutilic DC+ | MF 1-GF-350P | Role şi elemente ale benzilor, arbori. Ideal pentru părţi solicitate la presiune | $CO_2$<br>OK Flux 10.71 | C<br>Cr | 0.2<br>1.4 | Duritatea:<br>a w 32-40 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>bună<br>Rezistenţa la impact:<br>bună<br>Rezistenţa la uzură metal - metal<br>foarte bună | 1.6<br>3.0<br>4.0 |
| OK Tubrodur 15.41 bazic DC+ | MF 1-GF-300P | C-Mn şine, role, axe şi straturi tampon sub depuneri ulterioare cu duritate sporită. | Autoprotecţie | C<br>Cr | 0.15<br>3.5 | Duritatea:<br>a w 28-36 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>bună | 1.6<br>2.4 |
| OK Tubrodur 15.42 bazic DC+ | | Role şi elemente ale benzilor, roţile cărucioarelor de mină. Solicitate la presiune cu abraziune redusă. | Autoprotecţie sau $CO_2$<br>OK Flux 10.71 | C<br>Cr<br>Ni<br>Mo | 0.15<br>4.5<br>0.5<br>0.5 | Duritatea:<br>a w 35-45 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>acceptabilă<br>Rezistenţa la impact:<br>bună<br>Rezistenţa la uzură metal - metal<br>bună<br>Rezistenţa la abraziune:<br>bună | 1.6<br>3.0 |

# Sârme tubulare pentru încărcare prin sudare şi refacerea formei

ESAB

| Produs | Clasificare DIN 8555 | Utilizare | Gaz de protecţie /Flux | Compoziţie tipică a metal. depus % | | Proprietăţi tipice metal depusare | Ø mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OK Tubrodur 15.43<br>bazic<br>DC+ | | Special destinată reparaţiilor şinelor C-Mn. Rezistă solicitărilor la presiune, în special se recomandă la mecanizarea încărcării prin sudare | Autoprotecţie | C<br>Cr<br>Ni<br>Mo | 0.15<br>1.0<br>2.3<br>0.5 | Duritatea:<br>a w 30-40 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>bună<br>Rezistenţa la impact:<br>bună<br>Rezistenţa la abraziune metal-metal:<br>foarte bună | 1.2<br>1.6 |
| OK Tubrodur 15.50<br>Cu pulbere metalică<br>DC+ | | Utilaje agricole, scule utilizate în silvicultură, concasoare şi ciocanele morilor | $CO_2$<br>Ar/ $CO_2$ | C<br>Cr<br>Mo | 0.65<br>5.0<br>1.0 | Duritatea:<br>a w 55-60 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>numai prin polizare<br>Rezistenţa la impact:<br>bună<br>Rezistenţa la abraziune:<br>foarte bună | 1.2<br>1.6 |
| OK Tubrodur 15.52<br>rutilic<br>DC+ | | Melci de transport, bene, lame de oţel la buldozere şi piese din agitatoare | Autoprotecţie | C<br>Mn<br>Cr<br>Mo | 0.4<br>1.3<br>5.0<br>1.2 | Duritatea:<br>a w 55-60 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>numai prin polizare<br>Rezistenţa la impact:<br>acceptabilă<br>Rezistenţa la abraziune:<br>foarte bună | 1.6 |
| OK Tubrodur 15.52S | | | OK Flux 10.71 | | | | 4.0 |
| OK Tubrodur 15.73S<br>Cu pulbere metalică<br>DC+(-) | MF 5-45-GF-RTZ | Părţi ce lucrează la temperaturi mari, cum sunt arbori, scaune de supape şi laminoare siderurgice | OK Flux 10.33 | C<br>Mn<br>Cr<br>Ni<br>Mo<br>V<br>Nb | 0.18<br>1.2<br>13.0<br>2.5<br>1.5<br>0.25<br>0.25 | Duritatea:<br>a w 45-50 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>cu scule cu carburi<br>Rezistenţa la abraziune:<br>bună<br>Rezistenţa la temp. mari:<br>foarte bună<br>Rezistenţa la coroziune:<br>foarte bună | 3.0<br>4.0 |

# Sârme tubulare pentru încărcare prin sudare şi refacerea formei

ESAB

| Produs | Clasificare DIN 8555 | Utilizare | Gaz de protecţie /Flux | Compoziţie tipică a metal. depus % | | Proprietăţi tipice metal depusare | ∅ mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OK Tubrodur 15.81 Cu pulbere metalică DC+ | | Mori pentru cărbune şi caolin | Ar/20%$CO_2$ $CO_2$ | C<br>Cr<br>Nb | 1.2<br>5.5<br>6.0 | Duritatea:<br>a w 30-40 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>bună<br>Rezistenţa la impact:<br>bună<br>Rezistenţa la abraziune metal-metal:<br>foarte bună | 1.6 |
| OK Tubrodur 15.82 Cu pulbere metalică DC+ | MF 10-GF-65-GTE | Clopotele furnalelor şi utilajelor pentru fabricarea cărămizilor | Ar/20%$CO_2$ $CO_2$ | C<br>Cr<br>Mo<br>Nb<br>V<br>W | 4.5<br>17.5<br>1.0<br>5.0<br>1.0<br>1.0 | Duritatea:<br>a w 62-64 HRC<br>Rezistenţa la abraziune:<br>excelentă Rezistenţa la uzură la temp. mari:<br>foarte bună | 1.6 |
| PZ 6159 Cu pulbere metalică DC+ | MF 350 T | Încărcare prin sudare a părţilor pentru funcţionare la temperaturi ridicate | $CO_2$ | C<br>Si<br>Mn<br>Cr<br>Co<br>Mo<br>V<br>W | 0.4<br>1.1<br>1.1<br>1.8<br>2.0<br>0.4<br>0.4<br>8.0 | Duritatea:<br>a w 49-55 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>numai prin polizare | 1.6 |
| PZ 6163 Cu pulbere metalică DC+ | MF5 400 GC | Încărcare prin sudare a cilindrilor în oţelării | Ar/20%$CO_2$ | C<br>Si<br>Mn<br>Cr<br>Mo | 0.18<br>0.7<br>0.6<br>17.0<br>1.1 | Duritatea:<br>a w 36-45 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>cu scule cu carburi<br>Rezistenţa la abraziune metal-metal:<br>foarte bună | 1.6 |
| PZ 6168 Cu pulbere metalică DC+ | | Piesele solicitate la abraziune şi impact la temperaturi mari | Ar/20%$CO_2$ $CO_2$ | C<br>Si<br>Mn<br>Cr<br>Mo<br>Nb<br>V<br>W | 0.03<br>0.5<br>0.7<br>17.5<br>0.9<br>5.0<br>1.0<br>1.0 | Duritatea:<br>a w 56-61 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>numai prin polizare | 1.6 |

# Sârme pline şi tubulare pentru încărcare prin sudare şi refacerea formei

ESAB

| Produs | Clasificare DIN 8555 | Utilizare | Gaz de protecţie /Flux | Compoziţie tipică a metal. depus % | | Proprietăţi tipice metal depusare | ∅ mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OK Autrod 13.89 | MSG-2-GZ-C-350 | Încărcare prin sudare a roţilor, rolelor, arborilor, dinţilor excavatoarelor şi a altor părţi ale utilajelor agricole | Ar/20%$CO_2$ $CO_2$ | C<br>Cr<br>Mn | 0.6<br>1.0<br>1.0 | Duritatea:<br>a w 30-40 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>acceptabilă<br>Rezistenţa la impact:<br>bună<br>Rezistenţa la abraziune:<br>bună | 0.8<br>1.0<br>1.2 |
| OKAutrod 13.90 | MSG-2-GZ-C-50G | Încărcare prin sudare a straturilor dure pe arbori, melci de transport, scule de tăiere şi de fasonare | Ar/20%$CO_2$ $CO_2$ | C<br>Mn<br>Cr | 1<br>2<br>2 | Duritatea:<br>a w 58-60 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>numai prin polizare<br>Rezistenţa la abraziune:<br>foarte bună Rezistenţa la impact:<br>foarte bună | 0.8<br>1.0<br>1.2<br>1.6 |
| OKAutrod 13.91 | MSG-6-GZ-C-60G | Încărcătoare, agitatoare, dinţi de excavatoare, diferite scule. Menţine duritatea până la cca 500°C | Ar/20%$CO_2$ $CO_2$ | C<br>Si<br>Mn<br>Cr | 0.45<br>3.0<br>0.4<br>9.0 | Duritatea:<br>a w 50-60 HRC<br>Prelucrabilitate:<br>numai prin polizare<br>Rezistenţa la abraziune:<br>foarte bună<br>Rezistenţa la uzură la temp. mari:<br>foarte bună | 0.8<br>1.0<br>1.2<br>1.6 |
| PZ 6166 DC+ | AWS A 5.9 –EC 410 Ni Mo EN 12073 –T 13 4 M M 2 | Turbine Fracis şi Pelton | 98%Ar+ 2%$O_2$ resp. $CO_2$ | C<br>Cr<br>Ni<br>Mn<br>Mo<br>$M_s$ | 0.03<br>13.0<br>4.5<br>1.25<br>0.45<br>~245°C | Rezistenţa la coroziune:<br>excelentă<br>Rezistenţa la cavitare:<br>excelentă | 1.2<br>1.6 |
| PZ 6176 DC+ | | Turbine Fracis şi Pelton | 98%Ar+ 2%$O_2$ resp. $CO_2$ | C<br>Cr<br>Ni<br>Mn<br>Mo<br>$M_s$ | 0.03<br>16.0<br>4.5<br>1.25<br>0.45<br>~155°C | Rezistenţa la coroziune:<br>excelentă<br>Rezistenţa la cavitare:<br>excelentă | 1.2 |

# Sârme pline şi tubulare pentru încărcare prin sudare şi refacerea formei

| Produs | Clasificare DIN 8555 | Utilizare | Gaz de protecţie /Flux | Compoziţie tipică a metal. depus % | | ∅ mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| OK Tubrodur 15.73 Pulbere metalică DC+ | | Pentru încărcare prin sudare a laminoarelor pentru turnare continuă | Ar/20%$CO_2$ $CO_2$ | C<br>Si<br>Cr<br>Mn<br>Mo<br>Ni<br>Nb<br>V | 0.12<br>0.35<br>13.0<br>1.4<br>1.6<br>2.5<br>0.25<br>0.25 | 1.6 |

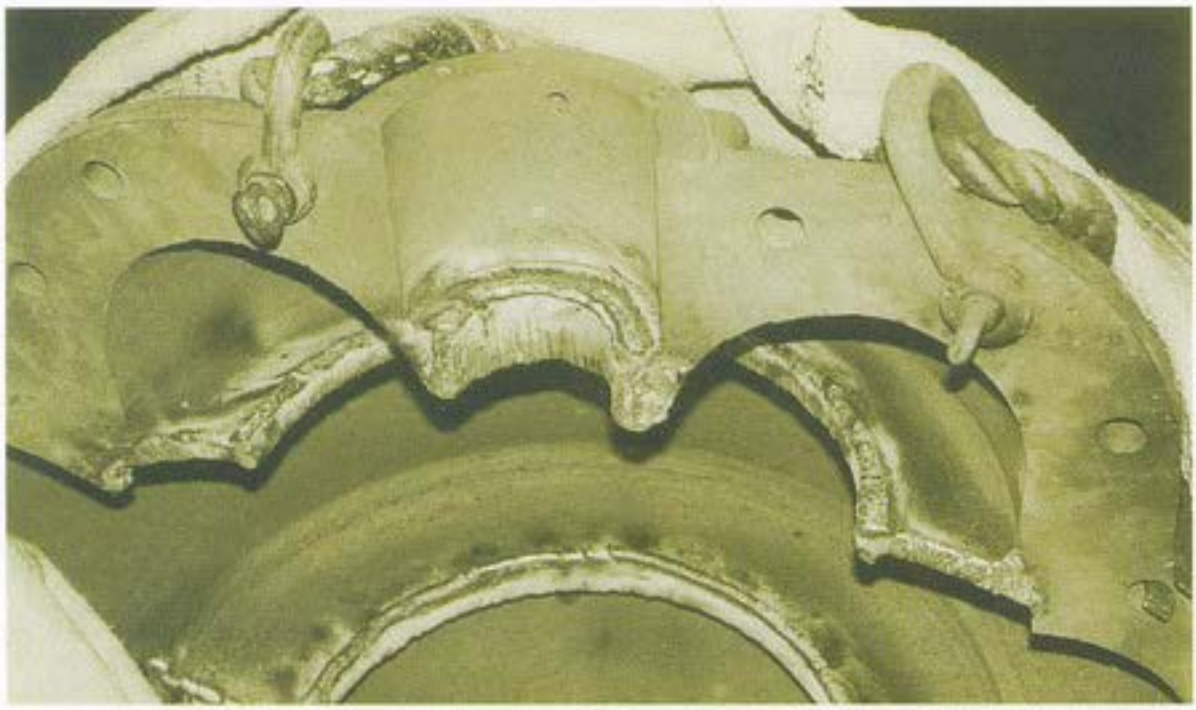
# Electrozi înveliţi pentru sudarea metalelor neferoase

| SMAW | Clasificare | Utilizare | Tip/ Proprietăţi | ∅ mm |
|---|---|---|---|---|
| OK 92.05<br>DC+<br>Bazic | DIN 1736<br>EL-NiTi 3<br>AWS A 5.11:<br>E Ni 1 | Sudarea aliajelor cu nichel, a îmbinărilor eterogene cum ar fi nichel şi oţel, nichel şi cupru, cupru şi oţel şi încărcare pe oţel | Aliaj de nichel<br>Cu=0.02<br>Ni=97<br>Ti=2<br>$R_m$=500MPa<br>A=28% | 2.5<br>3.2<br>4.0 |
| OK 92.26<br>DC+<br>Bazic | DIN 1736<br>EL-NiCr15FeMn<br>AWS 5.11<br>ENiCr Fe-3 | Sudarea aliajelor cu nichel cum ar fi Inconel etc., sudare oţelurilor pentru funcţionare la temperaturi scăzute şi piese turnate refractare | Aliaj de nichel<br>C=0.5 Mn=7.5<br>Cr=15 Nb=1.7<br>Fe max=9.0<br>$R_m$=640MPa<br>A=40% | 2.5<br>3.2<br>4.0<br>5.0 |
| OK 92.86<br>DC+<br>Bazic | DIN 1736<br>EL-NiCu30Mn<br>AWS A 5.11<br>E Ni Cu-7 | Sudarea aliajelor Ni Cu între ele şi cu oţeluri nealiate sau slab aliate. | Aliaj de nichel<br>C=0.06 Mn=3<br>Cu=30 Nb=0.3<br>$R_m$=640MPa<br>A=40% | 2.5<br>3.2<br>4.0 |
| OK 94.35<br>DC+<br>Bazic | DIN 1733<br>EL-CuNi30Mn<br>AWS A5.6 ECuNi | Electrodul Ni Cu pentru sudarea utilajelor chimice, a utilajelor de desalinizare.<br>Se potriveşte pentru sudarea şi încărcarea prin sudare a materialelor similare şi eterogene. | C=0.05 Si=0.5<br>Mn=1.5 Ni=30.0<br>Ti=0.5 Fe=0.6 | 2.5<br>3.2 |
| OK 94.25<br>DC+<br>Bazic | DIN 1733<br>EL-CuSn7 | Sudarea cuprului şi aliajelor de cupru şi oţelurilor cu bronz. Pentru bronzuri obişnuite, piese turnate din bronz roşu, bronz fosforos şi bronz manganos.<br>De asemenea pentru încărcarea prin sudare a suprafeţelor portante şi a suprafeţelor rezistente la coroziune pe oţel. | Aliaj de cupru<br>Sn=7.5<br>HB120<br>$R_m$=330-390MPa<br>A=25% | 2.5<br>3.2<br>4.0 |
| OK 94.55<br>DC+<br>Bazic | DIN 1733<br>EL-CuSi3 | | Aliaj de cupru<br>HB120<br>Si=3 | 2.5<br>3.2<br>4.0 |
| OK 96.10<br>DC+<br>Special | DIN 1732<br>EL-Al99.5 | Sudarea aluminiului pur. | Aluminiu pur | 2.5<br>3.2<br>4.0 |
| OK 96.20<br>DC+<br>Special | DIN 1732<br>EL-AlMn1 | Sudarea tablelor din aliaje Al, AlMn şi AlMg la fabrici de prelucrare a laptelui şi la fabrici de bere. | Aliaj de aluminiu<br>Mn=1 | 2.5<br>3.2<br>4.0 |
| OK 96.40<br>DC+<br>Special | DIN 1732<br>EL-AlSi5 | Sudarea aliajelor AlMgSi | Aliaj de aluminiu<br>Si=5 | 2.5<br>3.2<br>4.0 |
| OK 96.50<br>DC+<br>Special | DIN 1732<br>EL-AlSi12 | Sudarea şi repararea pieselor turnate din aliaje AlSi cum sunt blocuri-motoare, chiulase, ventilatoare, radiere şi batiuri ale maşinilor | Aliaj de aluminiu<br>Si=12 | 2.5<br>3.2<br>4.0 |

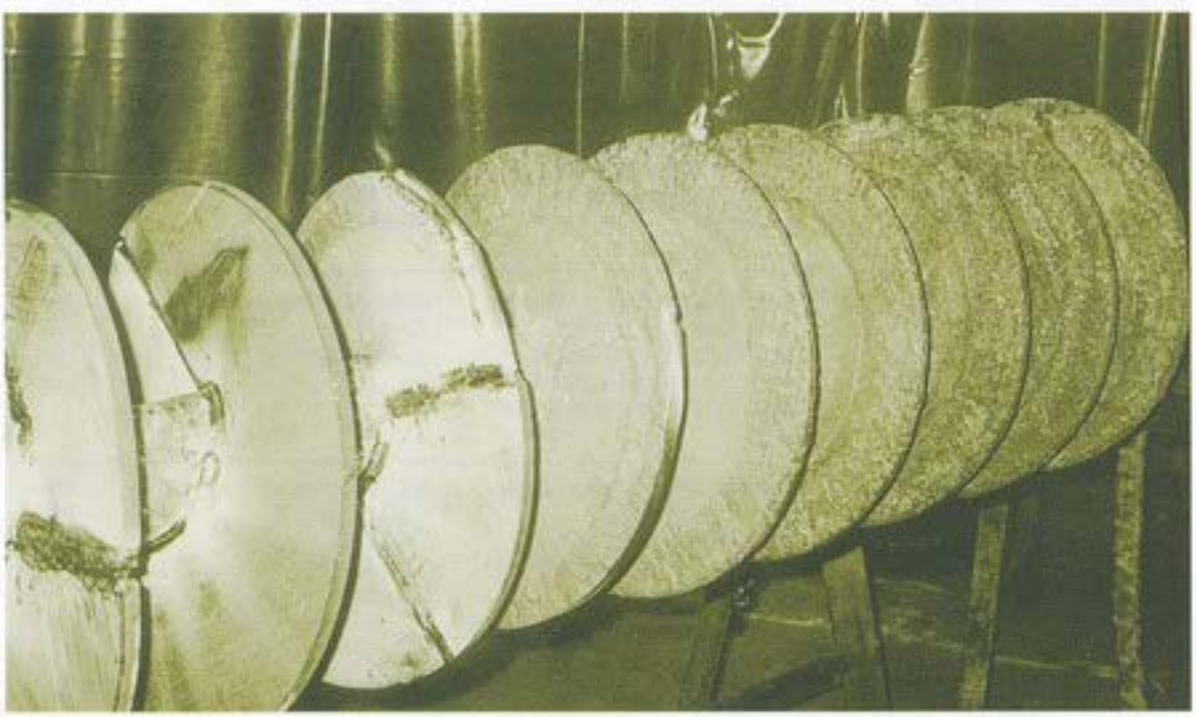
# Sârme pentru sudarea metalelor neferoase

| GMAW/ GTAW | Clasificare | Utilizare | Tip/ Proprietăţi | ∅ mm GAMW | GTAW |
|---|---|---|---|---|---|
| OK Autrod/ Tigrod 18.01 Gaz de protecţie: Argon | DIN 1732 SG-Al99.5 AWS A5.10 ER 1100 | Sudarea aluminiului pur şi a aliajelor din aluminiu maleabile | Aluminiu Al=99.5 $R_m$=75MPa A=33% | 0.8 1.0 1.2 | 1.6 2.4 3.2 |
| OK Autrod/ Tigrod 18.04 Gaz de protecţie: Argon | DIN 1732 SG-AlSi5 AWS A5.10 ER 4043 | Sudarea aliajelor Al-Si sau Al-Mg-Si. Repararea blocurilor motoarelor, radierelor şi batiurilor. | Aliaj de aluminiu Si=5 $R_m$=165MPa A=18 | 0.8 1.0 1.2 1.6 | 1.6 2.4 3.2 |
| OK Autrod/ Tigrod 18.05 Gaz de protecţie: Argon | DIN 1732 SG-AlSi12 AWS A5.10 ER 4047 | Sudarea şi repararea pieselor turnate AlSi - chiulase, bloc-motoare, radiere. | Aliaj de aluminiu Si=13 $R_m$=170 | 0.8 1.0 1.2 1.6 | 1.6 2.0 2.4 3.2 |
| OK Autrod/ Tigrod 18.15 Gaz de protecţie: Argon | DIN 1732 SG-AlMg5 AWS A5.10 ER 5356 | Sudarea aliajelor AlMg cu un conţinut de 5% Mg. Se potriveşte pentru aliaje rezistente la apă de mare. | Aliaj de aluminiu Mg=5 $R_m$=265 MPa | 0.8 1.0 1.2 1.6 | 1.6 2.0 2.4 3.2 |
| OK Autrod/ Tigrod 19.12 Gaz de protecţie: Argon | DIN 1733 SG-CuSn AWS A5.7 ERCu | Sudarea cuprului pur şi slab aliat. | Aliaj de cupru Sn=7 $R_m$=220MPa A=23% | | 0.8 1.0 1.2 1.6 |
| OK Autrod/ Tigrod 19.30 Gaz de protecţie: Argon | DIN 1733 SG-CuSi3 AWS A5.7 ERCuSi-A | Sudarea aliajelor Cu Si şi CuZn. Se poate utiliza şi pentru încărcarea prin sudare a oţelurilor. | Aliaj de cupru Si=3 Mn=1 $R_m$=300MPa A=23% | | 0.8 1.0 1.2 1.6 |
| OK Autrod/ Tigrod 19.40 Gaz de protecţie: Argon | DIN 1733 SG-CuAl8 AWS A5.7 ERCuAl-A1 | Sudarea bronzurilor de aluminiu de turnare şi de fasonare. Rigiditatea mare, rezistenţa la uzură şi rezistenţa foarte bună la coroziune, în special în apă de mare. | Bronz de aluminiu Al=8 $R_m$=420MPa | | 0.8 1.0 1.2 1.6 |
| OK Autrod/ Tigrod 19.85 Gaz de protecţie: Ar, Ar/He, He | DIN 1736 SG-NiCr20Nb AWS 5.14 ERNiCr-3 | Pentu sudarea şi încărcare prin sudare a aliajelor Ni. Se recomandă pentru îmbinări care funcţionează la temperaturi < 200 °C | Aliaj de nichel C=0.05 Mn=3 Cr=20 Mo=1 Nb 2.5 $R_m$=600 | 0.8 1.0 1.2 1.6 | 1.6 2.0 2.4 3.2 |

# Exemple de încărcare prin sudare



*Corpul pompei: OK 94.25*



*Melcul de transport: încărcare prin sudare cu OK Tubrodur 14.70*

# Tabel de comparare a durităţilor

| Vickers HV | Brinell HB | Rockwell HRB | Rockwell HRC |
|---|---|---|---|
| 80 | 76,0 | | |
| 85 | 80,7 | 41,0 | |
| 90 | 85,5 | 48,0 | |
| 95 | 90,2 | 52,0 | |
| 100 | 95,0 | 56,2 | |
| 105 | 99,8 | | |
| 110 | 105 | 62,3 | |
| 115 | 109 | | |
| 120 | 114 | 66,7 | |
| 125 | 119 | | |
| 130 | 124 | 71,2 | |
| 135 | 128 | | |
| 140 | 133 | 75,0 | |
| 145 | 138 | | |
| 150 | 143 | 78,7 | |
| 155 | 147 | | |
| 160 | 152 | 81,7 | |
| 165 | 156 | | |
| 170 | 162 | 85,0 | |
| 175 | 166 | | |
| 180 | 171 | 87,1 | |
| 185 | 176 | | |
| 190 | 181 | 89,5 | |
| 195 | 185 | | |
| 200 | 190 | 91,5 | |
| 205 | 195 | 92,5 | |
| 210 | 199 | 93,5 | |
| 215 | 204 | 94,0 | |
| 220 | 209 | 95,0 | |
| 225 | 214 | 96,0 | |
| 230 | 219 | 96,7 | |
| 235 | 223 | | |
| 240 | 228 | 98,1 | 20,3 |
| 245 | 233 | | 21,3 |
| 250 | 238 | 99,5 | 22,2 |
| 255 | 242 | | 23,1 |
| 260 | 247 | (101) | 24,0 |
| 265 | 252 | | 24,8 |
| 270 | 257 | (102) | 25,6 |
| 275 | 261 | | 26,4 |
| 280 | 266 | (104) | 27,1 |
| 285 | 271 | | 27,8 |
| 290 | 276 | (105) | 28,5 |
| 295 | 280 | | 29,2 |
| 300 | 285 | | 29,8 |
| 310 | 295 | | 31,0 |
| 320 | 304 | | 32,2 |
| 330 | 314 | | 33,3 |
| 340 | 323 | | 34,4 |

| Vickers HV | Brinell HB | Rockwell HRB | Rockwell HRC |
|---|---|---|---|
| 360 | 342 | | 36,6 |
| 370 | 352 | | 37,7 |
| 380 | 361 | | 38,8 |
| 390 | 371 | | 39,9 |
| 400 | 380 | | 40,8 |
| 410 | 390 | | 41,8 |
| 420 | 399 | | 42,7 |
| 430 | 409 | | 43,6 |
| 440 | 418 | | 44,5 |
| 450 | 428 | | 45,3 |
| 460 | 437 | | 46,1 |
| 470 | 447 | | 46,9 |
| 480 | (456) | | 47,7 |
| 490 | (466) | | 48,4 |
| 500 | (475) | | 49,1 |
| 510 | (485) | | 49,8 |
| 520 | (494) | | 50,5 |
| 530 | (504) | | 51,1 |
| 540 | (513) | | 51,7 |
| 550 | (523) | | 52,3 |
| 560 | (532) | 53,0 | |
| 570 | (542) | | 53,6 |
| 580 | (551) | | 54,1 |
| 590 | (561) | | 54,7 |
| 600 | (570) | | 55,2 |
| 610 | (580) | | 55,7 |
| 620 | (589) | | 56,3 |
| 630 | (599) | | 56,8 |
| 640 | (608) | | 57,3 |
| 650 | (618) | | 57,8 |
| 660 | | | 58,3 |
| 670 | | | 58,8 |
| 680 | | | 59,2 |
| 690 | | | 59,7 |
| 700 | | | 60,1 |
| 720 | | | 61,0 |
| 740 | | | 61,8 |
| 760 | | | 62,5 |
| 780 | | | 63,3 |
| 800 | | | 64,0 |
| 820 | | | 64,7 |
| 840 | | | 65,3 |
| 860 | | | 65,9 |
| 880 | | | 66,4 |
| 900 | | | 67,0 |
| 920 | | | 67,5 |
| 940 | | | 68,0 |

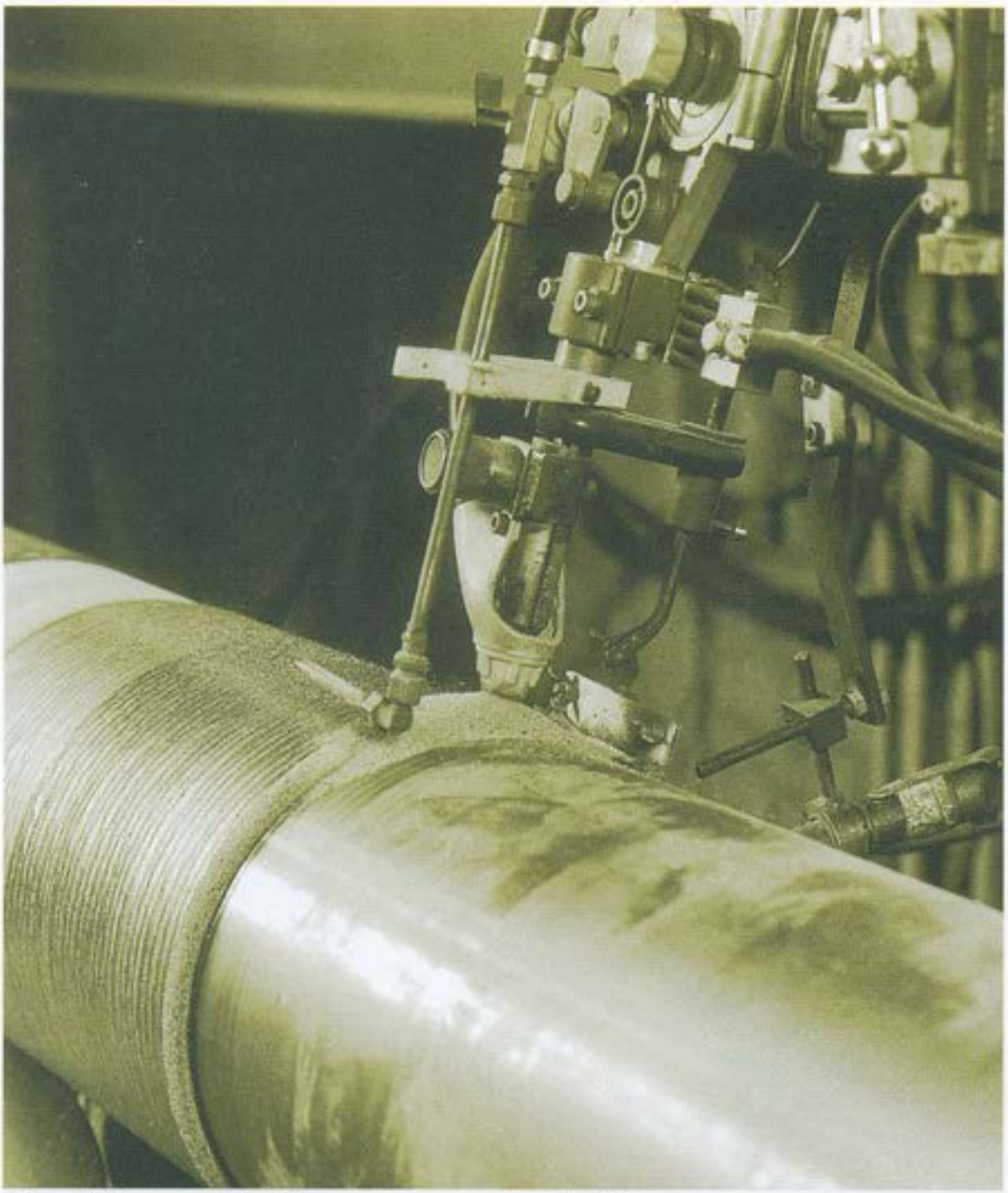
Datele din acest tabel sunt orientative.

# Instrucţiuni pentru identificare a metalelor

| Magnet | Pilă | Culoarea suprafeţei | Scântei la polizare | Tip de metal | Comentariu |
|---|---|---|---|---|---|
| Magnetic | Moale | Gri închis | Linii lungi şi galbene | Oţel cu carbon scăzut* Oţel turnat | – |
| | Dur | Gri închis | Linii lungi şi stele galben-alb | Oţel bogat în carbon, Oţel slab aliat | Materiale groase, preîncălzire la 150°C |
| | Moale | Gri mat, culoarea fontei cenuşie | Linii roşii ramificate | Fontă | E posibilă preîncălzirea. Ciocănire necesară. A se răci lent. |
| | Dur | Gri lucioasă | Linii groase galben-roşu | Oţel 13% Cr | E posibilă preîncălzirea. |
| Nemagnetic | Dur | Gri mat, culoarea fontei cenuşie | Linii galben-alb şi scântei | Oţel cu 14 % Mn | Temperatură interstrat scăzută |
| | Moale | Deschisă gri-argintiu | Linii groase galben-roşu | Oţel austenitic inoxidabil | Temperatură interstrat scăzută |
| | Moale | Roşu-galben lucioasă | Nici o scânteiere vizibilă | Aliaje Cu | Materiale groase, preîncălzire la 200-300°C |
| | Moale | Lucioasă, foarte deschisă | Nici o scânteiere vizibilă | Aliaje Al | Materiale groase, preîncălzire la 150-200°C |

* Notă. Fonta este un material fragil cu un conţinut mare de carbon pe când oţelul turnat are proprietăţi asemănătoare oţelului obişnuit.

# Recondiţionarea cilindrilor pentru turnare continuă



*Recondiţionarea cilindrilor pentru turnare continuă:*
*Materiale de adaos: OK Tubrodur 15.72S/ OK Flux 10.33*
*Utilaj: ESAB A6 HD SAW*

# Lista alfabetică de aplicaţii

În marea majoritate a cazurilor în lista de aplicaţii şi în ilustraţii se pot găsi două sau mai multe combinaţii de materiale de adaos. În interesul clarităţii în lista de materiale de adaos nu sunt trecute şi comentarii aplicabile. Acestea se pot găsi în descrierile aplicaţiilor ilustrate şi/sau în tabelele de date privind produsele.

Sperăm că având ajutorul imaginilor, comentariilor, listei şi tabelelor de date veţi putea alege materialul de adaos şi procedeul potrivit.

În cazul în care va fi necesară oricare informaţie mai detailată, rugăm să vă adresaţi celei mai apropiate reprezentanţe ESAB.

*Roata dinţată de angrenare: Întreţinerea preventivă, electrod OK 83.28*

# Lista alfabetică de aplicaţii

ESAB

| Aplicaţie | Electrozi înveliţi OK | Sârmă tubulară OK Tubrodur | Sârmă plină OK Autrod |
|---|---|---|---|
| Prese de brichetare | 83.65 84.78 84.84 | 15.40 15.52 | 13.90 |
| Bronz cu oţel | 94.25 94.55 | | 19.30 |
| Saboţi de frână | 83.28 83.50 | 15.40 15.52 | |
| Bronz de staniu | 94.25 | | 19.12 |
| Şenile | 68.81 68.82 | | 13.09 12.51 16.75 |
| Perforare | 21.03 | | |
| Dălţi | 84.52 85.65 | | |
| Craiţuire | 21.03 | | |
| Cilindru concasor (abraziune) | 83.65 83.50 84.78 | 15.52 14.70 | |
| Cilindru concasor (impact) | 86.08 86.28 84.58 | 15.60 15.65 15.52 | |
| Concasoare (abraziune) | 83.65 83.50 84.78 | 15.52 14.70 | |
| Concasoare (impact) | 86.28 68.82 84.58 | 15.60 15.65 15.40 | |
| Suporturi de dinţi | 83.28 83.50 | 15.40 15.52 | 13.89 13.91 |
| Cilindri | 84.52 84.58 85.65 | 15.52 15.73 | 13.90 13.91 |
| Freze pentru lemn | 85.65 | | |
| Freze pentru metal | 85.58 85.65 | | |
| Îmbinări eterogene (sudare) | 68.81 68.82 | 16.75 | |
| Aluminiu | 96.20 96.10 | | 18.01 18.04 18.15 |
| Piese turnate din aluminiu | 96.50 | | 18.04 18.05 |
| Muchiile excavatoarelor | 68.82 67.45 83.50 | | 16.75 16.95 13.90 |
| Arborii aliaţi | 68.82 | 15.73 | 16.75 |
| Arborii nealiaţi | 68.81 83.28 | 14.71 15.41 | 16.75 |
| Roţi de macara | 83.27 83.28 83.29 | 15.40 15.41 15.42 13.89 | |
| Ciocane (abraziune) | 83.50 83.53 83.65 84.78 | 15.52 | 13.91 13.90 |
| Ciocane (impact) | 86.08 | 15.60 15.65 | |
| Rolele benzilor | 83.28 83.29 | 15.40 | |
| Şine, oţel manganos | 86.28 86.30 | 15.65 | |
| Şine, oţel carbon | 83.27 83.28 | 15.41 15.43 | |
| Benele dragelor (abraziune) | 84.78 83.65 | 14.70 15.52 | 13.90 13.91 |
| Scule de forjare | 85.58 92.35 | | |
| Bronz de siliciu | 94.55 | | |
| Concasoare conice | 86.08 86.28 84.78 | 15.60 15.65 | |
| Maşini silvice (abraziune) | 83.50 83.65 | 15.52 15.73 | 13.89 13.91 |
| Ştanţe (la rece) | 85.65 84.52 | | |
| Ştanţe (la cald) | 85.58 93.06 | 15.86 | |
| Presarea metalelor (la rece) | 85.65 | | |
| Presarea metalelor (la cald) | 92.35 93.06 | 15.86 | |
| Fontă cenuşie | 92.18 92.58 92.60 | 15.66 | |
| Fontă cu grafit nodular | 92.58 92.60 | 15.66 | |
| Oţel manganos (Hadfield) | 86.08 67.45 68.81 | 15.60 14.71 | 16.95 16.75 |
| Aliaje de cupru | 94.25 94.55 | | |
| Cupru cu oţel | 94.25 92.86 | | |
| Palete de amestecare | 84.58 84.78 84.84 | 15.52 14.70 | 13.90 13.91 |

# Lista alfabetică de aplicaţii

| Aplicaţie | Electrozi înveliţi OK | Sârmă tubulară OK Tubrodur | Sârmă plină OK Autrod |
|---|---|---|---|
| Malaxoare pentru asfalt | 84.78 83.65 | 15.52 14.70 | |
| Betoniere | 84.78 84.84 | 15.52 14.70 | |
| Blocuri-motor din aluminiu | 96.50 | | 18.05 |
| Blocuri-motor din fontă | 92.18 92.60 | 15.66 | |
| Scule pentru extrudarea maselor plastice | 85.58 93.06 | 15.86 | |
| Oţel inoxidabil carbon | 68.81 68.82 67.45 | 14.71 | 16.95 16.75 |
| Nichel cu cupru (Monel) | 92.86 | | |
| Rotoare de pompe | 83.50 84.58 84.78 | 15.52 14.70 | 13.90 13.91 |
| Oţel turnat | 68.81 68.82 | | |
| Roţi dinţate, oţel aliat | 68.81 68.82 | 15.40 | 13.89 16.75 |
| Roţi dinţate, oţel nealiat | 83.28 68.81 | 15.17 15.40 | 12.51 13.89 16.75 |
| Utilaje de sablare | 83.65 84.58 84.78 | 15.52 | 13.90 13.91 |
| Alimentatoare cu beton | 84.58 84.78 84.84 | 15.52 14.70 | |
| Scule de extrudare | 85.58 92.35 | | |
| Cutii de viteză din fontă | 92.18 92.60 | 15.66 | |
| Oţel de arcuri | 68.81 68.82 | | 16.95 |
| Brăzdare ale plugurilor | 84.78 84.58 83.50 | 14.70 15.52 | 13.90 13.91 |
| Scule de tras (la rece) | 85.58 92.35 93.01 | | |
| Scule de tras ( la cald) | 84.52 85.65 | | |
| Lanţuri ale transportoarelor | 83.65 83.50 84.58 | 15.52 | |
| Ferăstraie cu lanţ (plinte de ghidaj) | 93.06 | | |
| Tăiere | 21.03 | | |
| Scule de tăiere (la rece) | 85.65 84.52 | | |
| Scule de tăiere (la cald) | 85.58 93.06 92.35 | | |
| Şnecuri | 83.50 83.65 84.78 | 15.52 | 13.91 |
| Jgheaburi transportor | 84.58 84.78 83.65 | 15.52 14.70 | 13.91 |
| Screpere | 83.65 83.78 84.84 | 15.52 | 13.90 13.91 |
| Corpurile ambreiajelor | 92.18 92.60 | 15.66 | |
| Melci de transport | 83.50 83.53 84.58 84.84 | 15.52 | 13.90 13.91 |
| Melci de transport asfalt | 84.78 83.65 | 15.52 14.70 | |
| Oţel carbon inoxidabil | 68.81 68.82 67.45 | | 16.75 16.95 |
| Cilindrii de turnare continuă | | 15.73 15.72S | |
| Burghie pentru lemn | 84.52 85.65 | | |
| Burghie pentru metale | 85.65 | | |
| Sape foraje pt. roci | 83.65 84.78 84.84 | | |
| Melci de extrudare | 93.06 92.35 | 15.86 | |
| Scule agricole | 83.50 83.53 83.65 84.78 | 15.52 14.70 | 13.90 13.91 |
| Sonde geotehnice | 84.84 83.28 | | |
| Dinţii cultivatoarelor | 68.81 16.75 | | |
| Dinţi de fier lat (abraziune) | 84.78 83.65 83.50 15.52 | 14.70 | 13.91 |
| Dinţi de fier lat (impact) | 86.08 83.28 84.58 | 15.60 15.52 | 16.95 13.89 |
| Dinţi de fier lat (sudarea vârfurilor) | 68.82 67.45 67.52 | 14.71 | 16.75 16.95 |

# Lista de produse

| Tehnologia de sudare | Indicarea conform normelor DIN | EN | AWS | Pagina |
|---|---|---|---|---|
| **SMAW-111** | | | | |
| OK 21.03 | | | | |
| OK 67.42 | (E 8-UM-200-CKZ) | E 18 8 Mn R 7 3 | ~E307-17 | 103 |
| OK 67.45 | (E 8-UM-200-CKZ) | E 18 8 Mn B 4 2 | ~E307-15 | 103 |
| OK 67.52 | (E 8-UM-200-CKZ) | E 18 8 Mn B 8 3 | ~E307-25 | 103 |
| OK 68.81 | (E 9-UM-200-CTZ) | E 29 9 R 3 2 | E312-17 | 103 |
| OK 68.82 | (E 9-UM-200-CTZ) | E 29 9 R 1 2 | ~E312-17 | 103 |
| OK 83.27 | E 1-UM-350 | | | 110 |
| OK 83.28 | E 1-UM-300 | | | 110 |
| OK 83.29 | E 1-UM-300 | | | 110 |
| OK 83.30 | E 1-UM-350 | | | 110 |
| OK 83.50 | E 6-UM-55- | | | 110 |
| OK 83.53 | E 6-UM-60 | | | 110 |
| OK 83.65 | E 2-UM-60 | | | 111 |
| OK 84.42 | E 5-UM-45-R | | | 111 |
| OK 84.52 | E 6-UM-55-GR | | | 111 |
| OK 84.58 | E 6-UM-55-G | | | 111 |
| OK 84.78 | E 10-UM-60-CZ | | | 112 |
| OK 84.80 | E 10-UM-65-GZ | | | 112 |
| OK 84.84 | E 10-UM-60-GP | | | 112 |
| OK 85.58 | E 3-UM-50-S | | | 107 |
| OK 85.65 | E 4-UM-60-S | | | 107 |
| OK 86.08 | E 7-UM-200-KP | | | 105 |
| OK 86.20 | E 7-UM-200-K | | | 105 |
| OK 86.28 | | | EFeMn-A | 105 |
| OK 86.30 | | | | 105 |
| OK 91.58 | E Fe B2 | | | 102 |
| OK 92.05 | EL-NiTi 3 | | | 122 |
| OK 92.18 | E Ni-BG 11 | | ENi-CI | 102 |
| OK 92.26 | EL-NiCr 15 FeMn | | E NiCrFe-3 | 122 |
| OK 92.35 | E 23-UM-250-CKT | | | 107 |
| OK 92.58 | E NiFe-1-BG 11 | | ENiFe-CI | 102 |
| OK 92.60 | E NiFe-1-BG 11 | | ENiFe-CI-A | 102 |
| OK 92.78 | E NiCu-BG 31 | | ENiCu-B | 102 |
| OK 92.86 | EL-NiCu 30 Mn | | | 122 |
| OK 93.01 | E 20-UM-55-CSTZ | | ECoCr-C | 108 |
| OK 93.06 | E 20-UM-40-CTZ | | ECoCr-A | 108 |
| OK 93.07 | E 20-UM-300-CKTZ | | | 108 |
| OK 93.12 | E 20-UM-50-CTZ | | ECoCr-B | 109 |
| OK 94.25 | EL-CuSn7 | | ECuSn-C | 122 |
| OK 94.35 | | | EL-CuNi30Mn | 122 |
| OK 94.55 | EL-CuSi3 | | ECuSi-C | 122 |
| OK 96.10 | EL-Al99.5 | | E1100 | 122 |
| OK 96.20 | EL-AlMn 1 | | | 122 |
| OK 96.40 | EL-AlSi 5 | | | 122 |

# Lista de produse

| Tehnologia de sudare | Indicarea conform normelor DIN | EN | AWS | Pagina |
|---|---|---|---|---|
| OK 96.50 | EL-AlSi 12 | | | 122 |
| E-B 502 | E1-UM-300G | | | 113 |
| E-B 503 | E3-UM-45PT | | | 113 |
| E-B 508 | E6-UM-55G | | | 113 |
| E-B 511 | E5-UM-55-CGP | | | 113 |
| E-B 518 | E10-UM-60-CGP | | | 113 |
| E-B 519 | E10-UM-60-GP | | | 113 |
| E-B 531 | E10-UM-65-CGP | | | 114 |
| E-B 544 | E7-UM-200-K | | | 114 |
| E-S 716 | E NiFe BG 13 | | E Ni Fe - C I | 114 |
| E-S 723 | E Ni-BG 11 | | E Ni - CI | 114 |
| **FCAW, 114, 136*** | | | | |
| OK Tubrodur 14.70 | MF10-GF-55-GTZ | | | 117 |
| OK Tubrodur 14.71 | (18.8.6) | | | 103 |
| OK Tubrodur 15.39 | MF1-GF-300P | | | 117 |
| OK Tubrodur 15.40 | MF1-GF-350P | | | 117 |
| OK Tubrodur 15.41 | MF1-GF-300P | | | 117 |
| OK Tubrodur 15.42 | | | | 117 |
| OK Tubrodur 15.43 | | | | 118 |
| OK Tubrodur 15.50 | MF6-55GP | | | 118 |
| OK Tubrodur 15.52 | | | | 118 |
| OK Tubrodur 15.60 | MF7-200-KND | | | 106 |
| OK Tubrodur 15.65 | MF8-GF-200-GKPR | | | 106 |
| OK Tubrodur 15.66 | | | | 102 |
| OK Tubrodur 15.73 | MF5-GF-45-RTZ | | | 121 |
| OK Tubrodur 15.81 | | | | 119 |
| OK Tubrodur 15.82 | MF10-GF-65-GRPZ | | | 119 |
| OK Tubrodur 15.84 | MF3-50T | | | 109 |
| OK Tubrodur 15.86 | MF20-GF-40-CTZ | | | 109 |
| PZ 6159, PZ 6163, PZ 6168 | | | | 119 |
| **SAW, 12*** | | | | |
| OK Tubrodur 15.40S | UP1-GF-BAB 167-350 | | | 117 |
| OK Tubrodur 15.42S | UP1-GF-BAB 167-400 | | | 117 |
| OK Tubrodur 15.52S | UP6-GF-BAB 167-60-GP | | | 118 |
| OK Tubrodur 15.65S | UP8-GF-BFB 155-200-GKPR | | | 106 |
| OK Tubrodur 15.71S | UP8-GF-BFB 155-200-GKPR | | | 115 |
| OK Tubrodur 15.72S | | | | 115 |
| OK Tubrodur 15.73S | UP5-GF-BFB 165-45-RTZ | | | 115 |
| OK Tubrodur 15.79S | | | | 115 |
| OK Tubrodur 15.91S | | | | 115 |

# Lista de produse

| Tehnologia de sudare | Indicarea conform normelor DIN | EN | AWS | Pagina |
|---|---|---|---|---|
| **GMAW, 131, 135*** | | | | |
| OK Autrod 13.89 | MSG2-GZ-350-P | | | 120 |
| OK Autrod 13.90 | MSG2-GZ-50-G | | | 120 |
| OK Autrod 13.91 | MSG6-GZ-60-G | | | 120 |
| PZ 6166, PZ 6167 | | | | 120 |
| OK Autrod 16.75 | MSG9-GZ-200-CTZ | | | 104 |
| OK Autrod 16.95 | MSG8-GZ-200-CKNPZ | | | 104 |
| OK Autrod 18.01 | SG-Al99.5 | | ER1100 | 123 |
| OK Autrod 18.04 | SG-AlSi5 | | ER4043 | 123 |
| OK Autrod 18.05 | SG-AlSi12 | | ER4047 | 123 |
| OK Autrod 18.15 | SG-AlMg5 | | ER5356 | 123 |
| OK Autrod 19.12 | SG-CuSn | | ERCu | 123 |
| OK Autrod 19.30 | SG-CuSi3 | ERCuSi-A | | 123 |
| OK Autrod 19.40 | SG-CuAl8 | ErCuAl-A1 | | 123 |
| OK Autrod 19.85 | SG-NiCr 20Nb | ErNiCr-3 | | 123 |
| C 508 | MSG1- GZ-300 | | | 104 |
| **GTAW, 141*** | | | | |
| OK Tigrod 18.01 | SG-Al99.5 | ER1100 | | 123 |
| OK Tigrod 18.04 | SG-AlSi5 | ER4043 | | 123 |
| OK Tigrod 18.05 | SG-AlSi12 | ER4047 | | 123 |
| OK Tigrod 18.15 | SG-AlMg5 | ER5356 | | 123 |
| OK Tigrod 19.85 | SG-NiCr 20Nb | ErNiCr-3 | | 123 |

* indicii numerici ai tehnologiilor conform EN 24063

ESAB®

ESAB 1904-2004
A CENTURY OF INNOVATION IN WELDING & CUTTING